单相异步电动机绕组修理

金续曾　编著

机械工业出版社

单相异步电动机绕组修理

金续曾　编著

机 械 工 业 出 版 社

本书全面、详尽地叙述了单相异步电动机各类定、转子绕组的原理、结构、故障、修理、试验等，并附有大量的绕组布置图、接线图、详细的铁心、绕组技术数据，以备读者在修理工作中查用。

本书紧密联系实际，条理清楚、图文并茂，可供广大电机、电器修理和维护人员以及中专、技校有关师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

单相异步电动机绕组修理/金续曾编著.-北京：机械工业出版社，1997.10

ISBN 7-111-05603-5

Ⅰ.单… Ⅱ.金… Ⅲ.单相电机：异步电机-绕组-维修 Ⅳ.TM343.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字（97）第 05754 号

出 版 人：马九荣（北京市百万庄南街 1 号 邮政编码 100037）
责任编辑：贾玉兰 版式设计：王 颖 责任校对：张 媛
封面设计：姚 毅 责任印制：卢子祥
北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1997 年 10 月第 1 版·第 1 次印刷
850mm×1168mm 1/32·10.375 印张·12 插页·291 千字
0 001—5 000 册
定价：24.00 元

前　言

单相异步电动机在工农业生产及人们的日常生活中有着极其广泛的用途。特别是近年来，家用电器和小型电动工具的迅速发展和普及，致使拖动这些电器的单相异步电动机的使用量及修理量也与日俱增。据统计，电动机绕组的修理量高达修理总量的60％～70％，由此可见，单相异步电动机绕组损坏率之高、修理量之大。因此，本书全面、详尽地介绍了单相异步电动机定子绕组、电枢绕组的类型、故障、检查、修理、接线、重绕和试验等内容。叙述中图文并茂、条理清楚，深入浅出、通俗易懂。附录中还绘制有各类定、转子绕组接线图100余幅，以及28个类型、系列单相异步电动机的铁心和绕组技术数据，以供参考。

由于本人水平有限，书中错误和不足之处，敬请读者批评指正。

作　者

目　　录

第1章　单相异步电动机的原理、结构及类型

1·1　电磁感应定律

电机是一种机电能量转换的机械，机械能转换成电能即为发电机，电能转换成机械能即为电动机。它们都是根据电与磁的相互作用、相互转化的特性而工作的。因此，电磁感应的基本定律是熟悉和了解单相异步电动机工作原理的基础，下面将简要地叙述一些有关定律。

1. 右手螺旋定则

通电导线的周围能够产生磁场，导线中电流的方向和大小决定磁场的方向和强弱。其电流方向和磁场方向可用单导线右手螺旋定则来判断。

如图1-1所示，把一根通有电流的导线垂直穿过一块纸板，就在载流导线周围产生了磁场。这个磁场的方向可以这样来确定，如图1-2所示，用右手握住导线，这时大拇指伸直后所指的方向表示电流方向，其余四指弯曲后所指的方向即为磁力线方向。

假如把载流导线绕成匝数很多的螺线管，这时由于线圈各线匝之间挨得很紧，因此每匝线圈的磁场叠加起来，就可以得到整个螺线管的磁场。

当螺线管通入电流时，其磁场方向可以用螺线管右手定则来确定。如图1-3所示，将右手握住螺线管并伸直拇指，使其余四指的方向符合线圈的电流方向。这时，伸直的拇指所指方向就是磁力线方向，即为北极（N）。另一端为南极（S），图1-4为螺线管的磁场。

在电路图中，常用清楚简便的截面图来表示电流和磁场的方向。如图1-5所示，符号⊙表示导线中电流流出纸面，符号⊗表示

导线中电流流入纸面。导线周围的磁力线用同心圆表示，同心圆上箭头表示磁力线的方向。

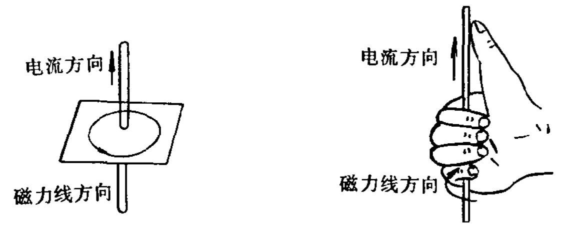


图 1-1　载流导线周围的磁场　　图 1-2　单导线右手螺旋定则

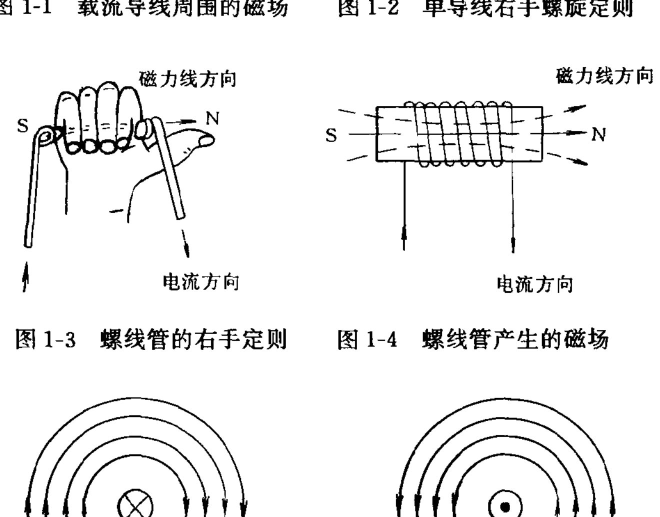


图 1-3　螺线管的右手定则　　图 1-4　螺线管产生的磁场

图 1-5　导线电流和磁场方向的截面图

2. 发电机定则（右手定则）

如图 1-6 所示，当导线与磁场发生相对运动、相互切割时，就会在导线中产生感应电动势。感应电动势方向可以用发电机右手定则来确定。如图 1-7 所示，平伸右手，拇指和其余四指垂直，使

磁力线垂直穿过手掌。这时，拇指的方向表示导线的运动方向，其余四指的指向就是感应电动势的方向。

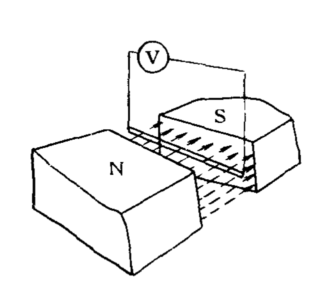


图 1-6 导线切割磁力线就将产生电动势

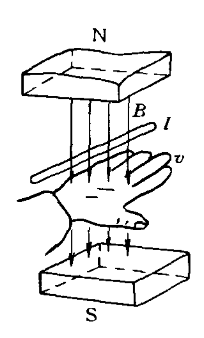


图 1-7 发电机右手定则

导线在均匀磁场中，沿着与磁力线垂直的方向运动时，所产生的感应电动势的大小，与导线的有效长度 l、磁通密度 B、导线的运动速度 v 成正比。即

$$e=Blv \tag{1-1}$$

式中 e——感应电动势（V）；

B——磁感应强度（T）；

l——导线有效长度（m）；

v——导线在垂直于磁力线的方向上运动的速度（m/s）。

如果导线运动方向与磁力线方向的夹角 α 为任意角度时，则

$$e=Blv\sin\alpha \tag{1-2}$$

如将导线与外负载接成闭合回路，导线就会产生电流而发出电功率，发电机就是根据这一原理而制造的。

3. 电动机定则（左手定则）

如图 1-8 所示，如果把一根载流导线放于磁场中，就会看到导线产生电磁力 F_{em}而移动。如改变导线中通过的电流方向，则导线移动的方向也将相反，变成在磁极之间向外移动。

磁力线、载流导线、电磁作用力三者的方向，可以用电动机

左手定则来确定。如图 1-9 所示，平伸左手，拇指与其余四指垂直。使手掌迎着磁力线方向，用四指对着电流的方向，则拇指的指向就是载流导线所受电磁作用力的方向。电磁力 F_{em}的大小为：

$$F_{em}=BlI \tag{1-3}$$

式中 B——磁场的磁感应强度（T）；

l——导线的有效长度（m）；

I——导线的电流（A）；

F_{em}——导线所受的电磁力（N）。

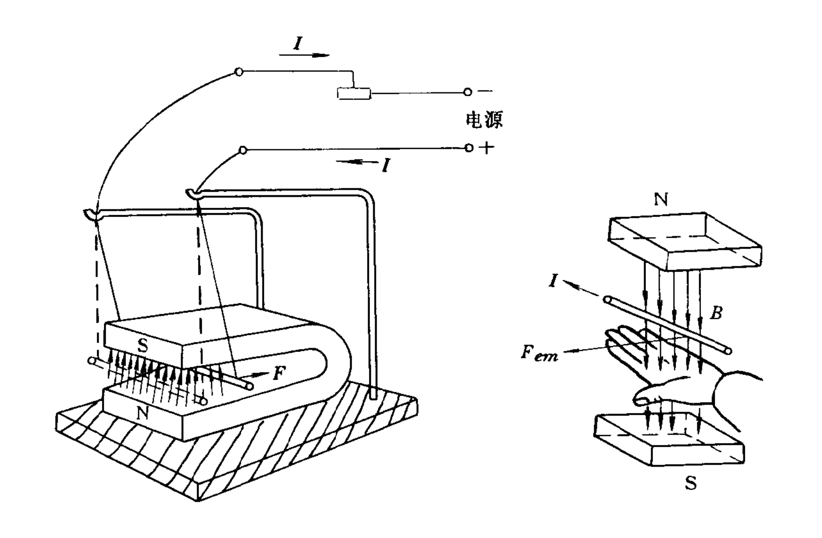


图 1-8 载流导线在磁场中产生电磁力　　图 1-9 电动机左手定则

不过式（1-3）仅适用于磁力线方向、电流方向和导线所受力的方向三者相互垂直的情况，如果载流导体与磁场磁力线间的夹角为 θ 时，则

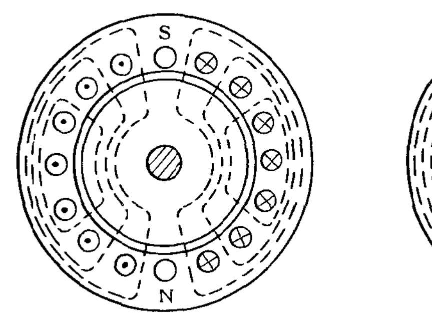
$$F_{em}=BlI\text{sim}\theta \tag{1-4}$$

电动机就是根据载流导线在磁场中产生电磁力这一原理而制造的。

1·2　单相异步电动机的工作原理

1. 单相绕组的脉振磁场

我们知道，单相交流电流是一个随时间按正弦规律变化的电流，因此，它所产生的磁场将是一个脉振磁场。即当某一瞬间电流为零时，如图 1-10 所示，电机气隙中的磁感应强度也等于零。电流增大时，磁感应强度也随着增强。电流方向相反时，磁场方向也跟着反过来。但是在任何时刻，磁场在空间的轴线并不移动，只是磁场的强弱和方向像正弦电流一样，随时间按正弦规律作周期性变化。



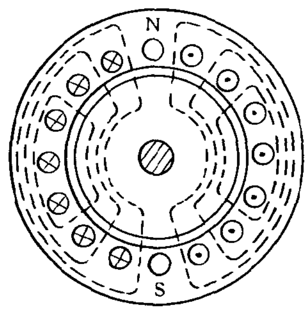


图 1-10　单相异步电动机的脉振磁场

为了便于分析问题，通常可以把这个脉振磁场分解成两个旋转磁场来看待。这两个磁场的旋转速度相等，但旋转方向相反。每个旋转磁场的磁感应强度的幅值等于脉振磁场的磁感应强度幅值的一半。即 $B_1=B_2=B_m/2$。

这样一来，任一瞬间脉振磁场的磁感应强度都等于这两个旋转磁场的磁感应强度的相量和。如图 1-11 所示，在 t_0 瞬时，两个旋转磁场的磁感应强度相量方向相反，所以合成磁感应强度 $B=0$。在 t_1 时，两个旋转磁场的磁感应强度相量都对水平轴线偏转一个角度，$\alpha=\omega t_1$。从图 1-11 中 $t=t_1$ 瞬时的矢量图上看，B_1 和 B_2

的合成磁感应强度

$$
\begin{aligned}
B &= B_1\sin\alpha + B_2\sin\alpha \\
&= \frac{B_m}{2}\sin\omega t_1 + \frac{B_m}{2}\sin\omega t_1 \\
&= B_m\sin\omega t_1
\end{aligned}
$$

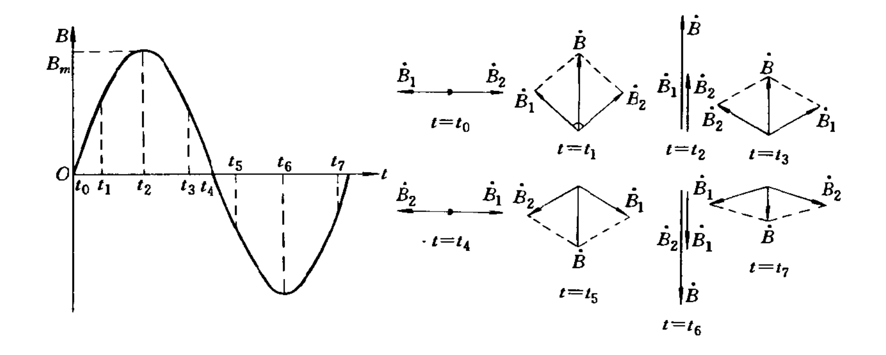


图 1-11　脉振磁场分解为两个旋转磁场

也可以同样证明，在其它任何瞬时，这两个旋转磁场的磁感应强度 B_1 和 B_2 的合成磁感应强度，就是脉振磁场的磁感应强度的瞬时值。

既然可以把一个单相的脉振磁场分解成两个磁感应强度幅值相等、转向相反的旋转磁场，当然也可以认为，单相异步电动机的电磁转矩也是分别由这两个旋转磁场所产生的转矩合成的结果。当电动机静止时，由于两个旋转磁场的磁感应强度大小相等、转向相反，因而在转子绕组中感应产生的电动势和电流大小相等，方向相反。故两个电磁转矩的大小也相等，方向也相反，于是合成转矩等于零，电动机不能起动。也就是说，单相异步电动机的起动转矩为零。这既是它的一个特点，也是它的一大缺点。但是，如果用外力使转子起动一下，则不是朝正向旋转或反向旋转，电磁转矩都将逐渐增加，电动机将按外力作用方向达到稳定转速。

2. 两相绕组的旋转磁场

如上所述，单相绕组产生的是一个脉振磁场，其起动转矩等于零，不能自行起动。要应用单相异步电动机，首先必须解决它的起动问题。因此，一般单相异步电动机（除集中式罩极电动机外）均采用两套绕组。一套为主绕组（曾叫工作绕组、运行绕组），另一套为辅助绕组曾叫起动绕组、副绕组）。主、辅绕组在定子空间布置上相差 90°电角度，同时使两套绕组中的电流在时间上也不同相位。如在辅助绕组中串联一个适当的电容器即可达到。如图 1-12 所示，为其接线原理图。这样，一个相差 90°电角度的两相旋转磁场就使单相异步电动机旋转起来。电动机转动起来后起动装置适时地自动将辅助绕组从电源断开，仅剩下主绕组在线路上工作。

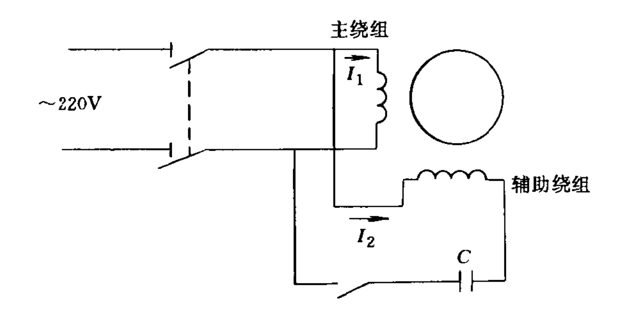


图 1-12　单相电容起动电动机接线原理图

下面来具体分析一下，为什么在空间互差 90°电角度的两套绕组，通入相位上互差 90°的两个电流后，能建立起旋转磁场。

图 1-13a 所示，i_1 与 i_2 两个电流在相位上相差 90°，图 1-13b 所示为在空间布置上相差 90°电角度的两相绕组。将 i_1 通入绕组 A-X、i_B 通入绕组 B-Y。线端 A、B 为绕组首端，线端 X、Y 为绕组末端。正电流从绕组的首端流入，负电流从绕组的末端流入。图 1-13c 各图显示了 i_1 与 i_2 两个电流 5 个瞬时所产生的磁场情况，从图中可以看出，当电流变化一周时，磁场也旋转了一周。综上所述，我们只要将相位上相差 90°的两个电流，通入在空间相差

90°电角度的绕组，就能使单相异步电动机产生一个两相旋转磁场。在其作用下，转子得到起动转矩而转动起来进行工作。

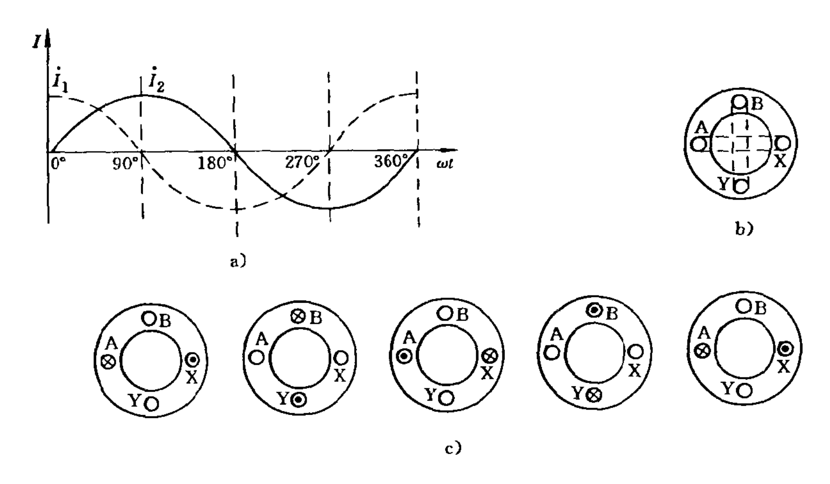


图 1-13　两相绕组产生的两相旋转磁场

1·3　单相异步电动机的结构

1. 定子部分

单相异步电动机的定子包括机座、铁心、绕组三大部分。现分述如下：

(1) 机座　采用铸铁、铸铝和钢板制成，其结构型式则取决于电机的使用场合及冷却方式。单相异步电动机的机座型式一般分为开启式、防护式、封闭式等几种。开启式结构的定子铁心和绕组外露，由周围空气自然冷却，多用于一些与整机装成一体的使用场合，如洗衣机等。防护式结构是在电机的通风路径上开些必要的通风孔道，而电机的铁心和绕组则被机座遮盖着。封闭式结构是整个电机采用密闭方式，电机的内部与外部隔绝，防止外界的浸蚀与污染，电机内部的热量由机座散发。当散热能力不足时，外部再加风扇冷却。

另外有些专用电机，可以不用机座，直接把电机与整机装成

一体，如电钻、电锤等手提电动工具等。

（2）铁心部分　定子铁心多用铁损小、导磁性能好，厚度为0.35～0.5mm的硅钢片冲槽叠压而成。定、转子冲片上都均匀冲槽。由于单相异步电动机定、转子之间气隙比较小，一般在0.2～0.4mm。为减小定、转子开槽所引起的电磁噪声和齿谐波附加转矩等的影响，定子槽口多采用半闭口形状。转子槽则为闭口或半闭口，并且还采用转子斜槽来降低定子齿谐波的影响。集中式绕组罩极单相电动机的定子铁心则采用凸极形状，也用硅钢片冲制叠压而成。

（3）绕组　单相异步电动机的定子绕组，一般都采取两相绕组的形式，即主绕组和辅助绕组。主、辅绕组的轴线在空间相差90°电角度，两相绕组的槽数、槽形、匝数可以是相同的，也可以是不相同的。一般主绕组占定子总槽数的2/3，辅助绕组占定子总槽数的1/3，但应视各种电机的要求而定。

单相异步电动机中常用的定子绕组型式有单层同心式绕组、单层链式绕组、双层叠绕组和正弦绕组。罩极式电动机的定子多为集中式绕组，磁极极面的一部分上嵌放有短路铜环式的罩极线圈。

定子绕组的导线都采用高强度聚酯漆包线，线圈在线模上绕好后，嵌放在备有槽绝缘的定子槽内。经浸漆、烘干等绝缘处理后，可以提高绕组的机械强度和导热性能。

2. 转子部分

单相异步电动机的转子主要有转轴、铁心、绕组三部分，现分述如下：

（1）转轴　转轴用含碳轴钢车制而成，两端安置用于转动的轴承。单相异步电动机常用的轴承有滚动与滑动两种，小容量的电机都采用含油滑动轴承，其结构简单、噪声小。轴承由轴承盖或轴承座支撑后装在端盖上。

（2）铁心　转子铁心是先用与定子铁心相同的硅钢片冲制，将冲有齿槽的转子铁心叠装后压入转轴。

(3) 绕组　单相异步电动机的转子绕组一般有两种型式，即笼型和电枢型。笼型转子绕组是用铝或铝合金一次铸造而成，它广泛应用于各种单相异步电动机。电枢型转子绕组则采用与直流电机相同的分布式绕组型式，按叠绕或波绕的接法将线圈的首、尾端经换向器联接成一个整体的电枢绕组，电枢式转子绕组主要用于单相异步串励电动机。

3. 起动装置

除电容运转式电动机和罩极式电动机外，一般单相异步电动机在起动结束后辅助绕组都必须脱离电源，以免烧坏。因此，为保证单相异步电动机的正常起动和安全运行，就需配有相应的起动装置。

起动装置的类型有很多，主要可分为离心开关和起动继电器两大类。图 1-14 所示为离心开关的结构示意图。离心开关包括旋转部分和固定部分，旋转部分装在转轴上，固定部分装在前端盖内。其工作原理如图 1-15 所示，它利用一个随转轴一起转动的部件——离心块。当电动机转子达到额定转速的 70%～80%时，离心块的离心力大于弹簧对动触点的压力，使动触点与静触点脱开。从而切断辅助绕组的电源，让电动机的主绕组单独留在电源上正常运行。

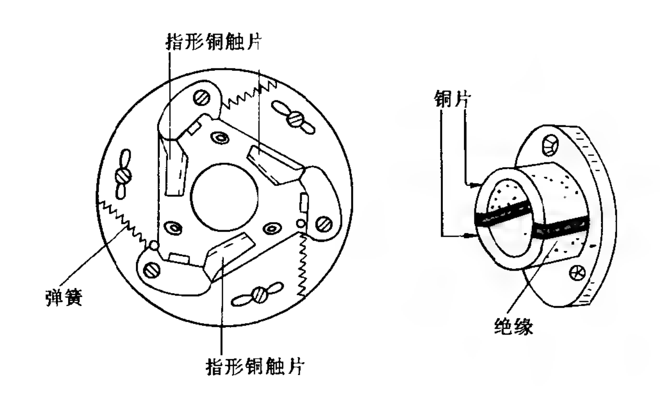


图 1-14　离心开关结构示意图

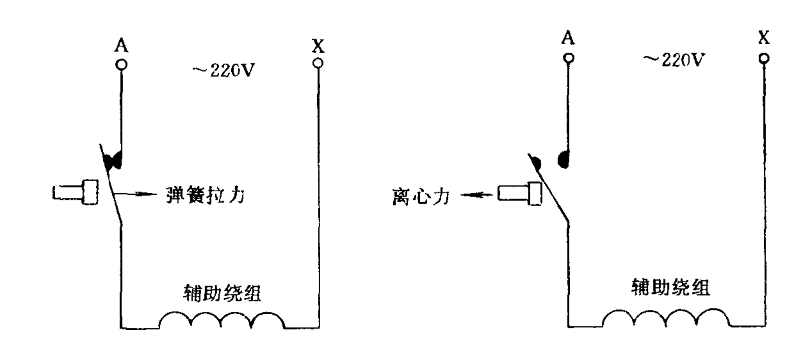


图 1-15　离心开关工作原理图

离心块结构较为复杂，容易发生故障，甚至烧毁辅助绕组。而且开关又整个地安装在电机内部，出了问题检修也不方便。故现在的单相异步电动机已较少使用离心开关作为起动装置，转而采用多种多样的起动继电器。起动继电器一般装在电动机机壳上面，维修、检查都很方便。常用的继电器有电压型、电流型、差动型三种，下面分别介绍其工作原理。

（1）电压型起动继电器　其接线如图1-16所示，继电器的电压线圈跨接在电动机辅助绕组上，常闭触点串联接在辅助绕组的电路中。接通电源后，主、辅助绕组中都有电流流过，电动机开始起动。由于跨接在辅助绕组上的电压线圈，其阻抗比辅助绕组大。故电动机在低速时，流过电压线圈中的电流很小。随着转速升高，辅助绕组中的反电动势逐渐

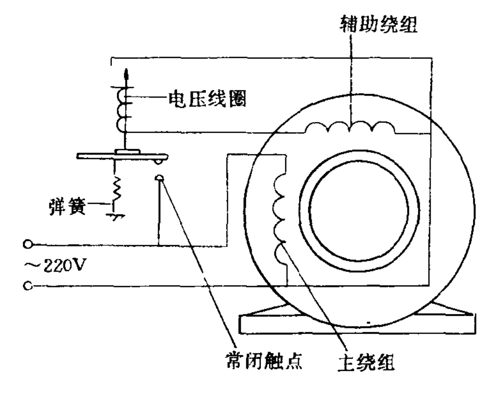


图 1-16　电压型起动继电器原理接线图

增大，使得电压线圈中的电流也逐渐增大，当达到一定数值时，电压线圈产生的电磁力克服弹簧的拉力使常闭触点断开，切除了辅助绕组与电源的联接。由于起动用辅助绕组内的感应电动势，使电压线圈中仍有电流流过，故保持触点在断开位置，从而保证电动机在正常运行时辅助绕组不会接入电源。

（2）电流型起动继电器　其接线如图1-17所示，继电器的电流线圈与电动机主绕组串联，常开触点与电动机辅助绕组串联。电动机未接通电源时，常开触点在弹簧压力的作用下处于断开状态。当电动机起动时，比额定电流大几倍的起动电流流经继电器线圈，使继电器的铁心产生极大的电磁力，足以克服弹簧压力使常开触点闭合，使辅助绕组的电源接通，电动机起动，随着转速上升，电流减小。当转速达到额定值的70%～80%时，主绕组内电流减小。这时继电器电流线圈产生的电磁力小于弹簧压力，常开触点又被断开，辅助绕组的电源被切断，起动完毕。

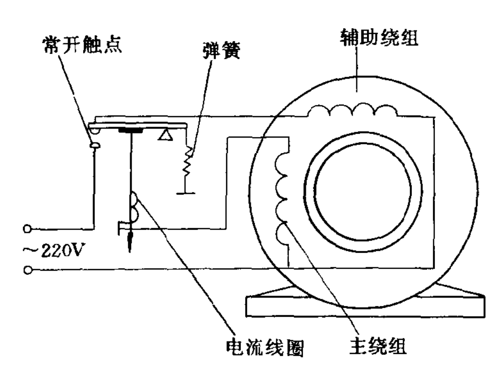


图1-17　电流型起动继电器原理接线图

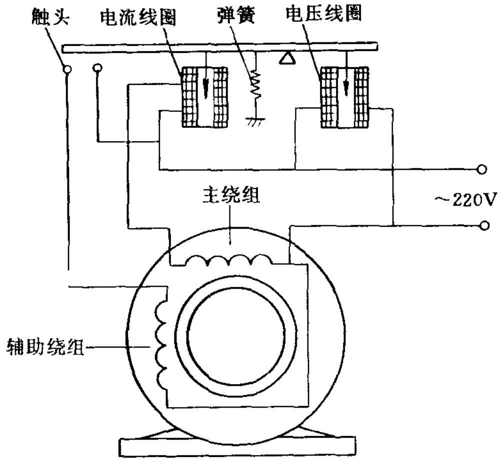


图1-18　差动型起动继电器原理接线图

（3）差动型起动继电器　其接线如图1-18所示，差动式继电

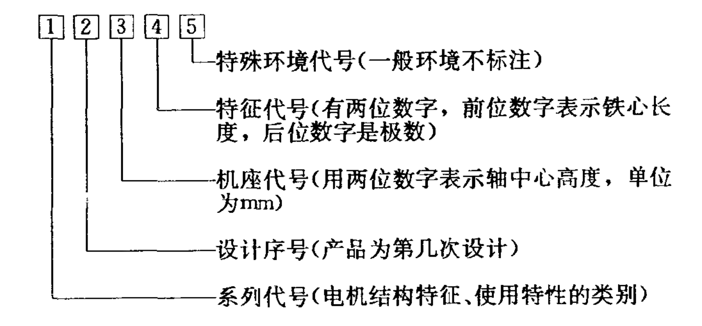
器有电流和电压两个线圈，因而工作更为可靠。电流线圈与电动机的主绕组串联，电压线圈经过常闭触点与电动机的辅助绕组并联。当电动机接通电源时，主绕组和电流线圈中的起动电流很大，使电流线圈产生的电磁力足以保证触点能可靠闭合。起动以后电流逐步减小，电流线圈产生的电磁力也随之减小。于是电压线圈的电磁力使触点断开，切除了辅助绕组的电源。

1·4 单相异步电动机的类型、容量等级及铭牌数据

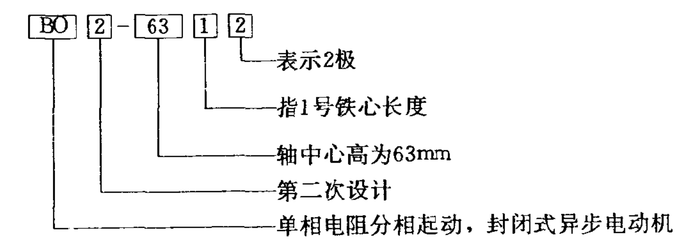
1. 型号、系列

产品型号由系列代号、设计序号、机座代号、特征代号及特殊环境代号组成。

（1）单相异步电动机的型号



例如：BO2-6312 其含义为：



单相异步电动机产品基本系列代号见表 1-1、表 1-2。特殊环境代号见表 1-3。

表 1-1　单相异步电动机系列产品代号表（一）

系列产品名称	代　　号
单相电阻分相起动异步电动机	BO、BO2
单相电容分相起动异步电动机	CO、CO2
单相电容运转异步电动机	DO、DO2
单相电容起动与运转电动机	E
单相罩极电动机	F

表 1-2　单相异步电动机系列产品代号表（二）

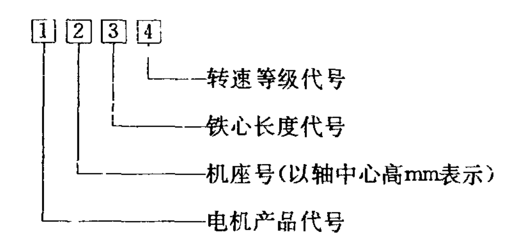
系列产品名称	代　　号
单相电阻分相起动异步电动机	JZ
单相电容分相起动异步电动机	JY
单相电容运转异步电动机	JX

表 1-3　单相异步电动机特殊环境代号表

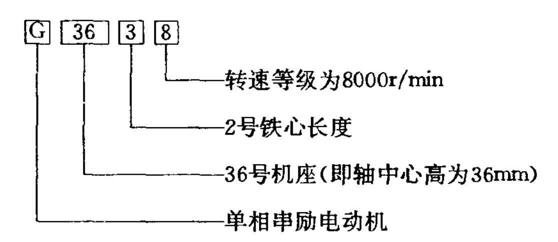
适用环境	汉语拼音代号
船　　用	H
热带用	T
干热带用	A
湿热带用	TH
高原用	G
化工用（防腐蚀）	F

（2）单相串励电动机的型号

单相串励电动机。也称为单相异步换向器电动机和交直流两用串励电动机。由于它具有转速高、体积小、质量轻、效率高、起动转矩和过载能力大等一系列优点，因而广泛应用于小型机床、医疗器械、家用电器、电动工具等许多方面。目前，国内系列生产的是我国 70 年代开发设计的较新产品 G 系列单相串励电动机。其型号含义如下：

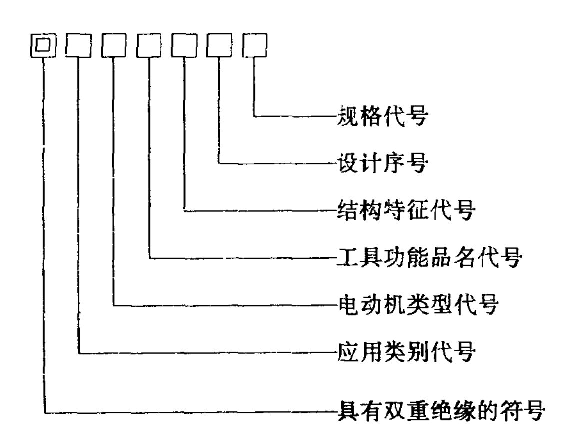


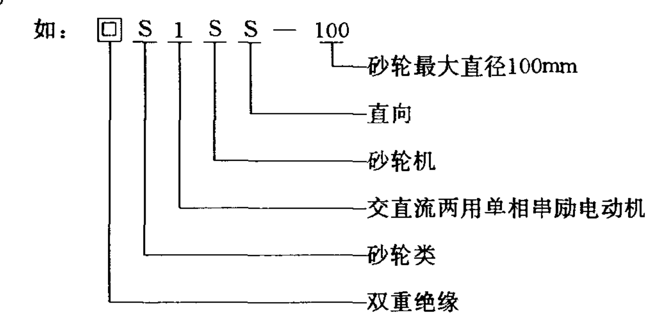
例如：G3638



（3）电动工具用单相电动机的型号

手提式电动工具用单相电动机有多种类型，目前应用最多的是交直流两用单相串励电动机。其型号通常以工具型号作为代用型号，单相电动工具型号的构成如下：

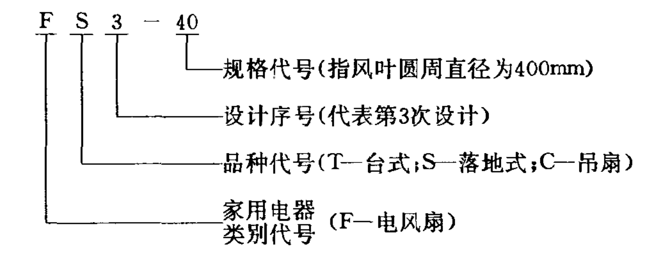




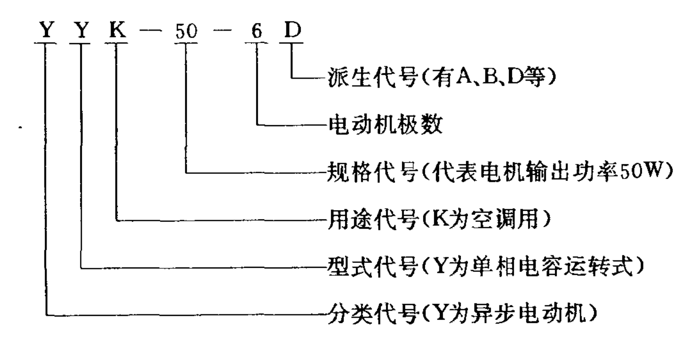
（4）家用电器用单相电动机的型号

家用电器用单相电动机种类繁多，型号编制标准也不统一，既有按国际标准编制的，如电风扇、洗衣机用电动机；也有由生产厂家自定的，如电冰箱、空调器用电动机等。下面简介几种家用电器用单相电动机的型号。

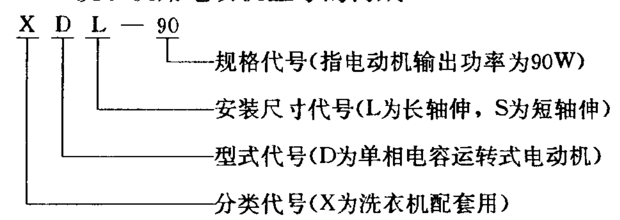
（1）电风扇用电动机型号的构成



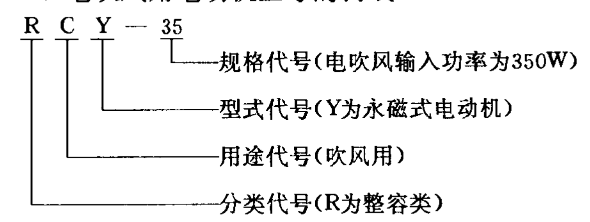
（2）空调器用电动机型号的构成



（3）洗衣机用电动机型号的构成



（4）电吹风用电动机型号的构成



2. 容量等级

单相异步电动机的功率范围为 8～750W，额定功率与机座号的对应关系见表 1-4、表 1-5、表 1-6、表 1-7，单相串励式电动机见表 1-8。

表 1-4　BO、CO、DO 系列单相异步电动机机座、功率对应表

机座代号	铁心代号	BO 系列		CO 系列		DO 系列	
		$n_1=3000$ r/min	$n_1=1500$ r/min	$n_1=3000$ r/min	$n_1=1500$ r/min	$n_1=3000$ r/min	$n_1=1500$ r/min
		额定功率（W）		额定功率（W）		额定功率（W）	
45	1					15	8
	2					25	15
50	1					40	25
	2					60	40
56	1	60	40			90	60
	2	90	60			120	90
63	1	120	90			180	120
	2	180	120	180	120		180
	3	250	180	250	180		
71	1	370	250	370	250		
	2		370	550	370		
80	1			750	550		
	2				750		

表 1-5　BO2、CO2、DO2 系列单相异步电动机功率、机座号对应表

机座代号	铁心代号	BO2 系列		CO2 系列		DO2 系列	
		$n_1=3000$ r/min	$n_1=1500$ r/min	$n_1=3000$ r/min	$n_1=1500$ r/min	$n_1=3000$ r/min	$n_1=1500$ r/min
		额定功率（W）		额定功率（W）		额定功率（W）	
45	1					10	6
	2					16	10
50	1					25	16
	2					40	25
56	1					60	40
	2					90	60
63	1	90	60			120	90
	2	120	90			180	120
71	1	180	120	180	120	250	180
	2	250	180	250	180		250
80	1	370	250	370	250		
	2		370	550	370		
90	1			750	550		
	2				750		

表 1-6　JX、JY、JZ 新系列单相异步电动机功率、机座号对应表

机座代号	铁心代号	JX（新）系列		JY（新）系列		JZ（新）系列	
		$n_1=3000$ r/min	$n_1=1500$ r/min	$n_1=3000$ r/min	$n_1=1500$ r/min	$n_1=3000$ r/min	$n_1=1500$ r/min
		额定功率（W）		额定功率（W）		额定功率（W）	
45	1	15	8				
	2	25	15				
50	1	40	25				
	2	60	40				
56	1	90	60			60	40
	2	120	90			90	60
63	1					120	90
	2					180	120
71	1			250	180	250	180
	2			370	250	370	250
	3			550	370		370

表 1-7　YC 系列单相电动机与 Y 系列三相电动机功率等级对应表

机座代号		铁心代号	转速 3000r/min		转速 1500r/min		转速 1000r/min	
			YC 系列	Y 系列	YC 系列	Y 系列	YC 系列	Y 系列
			额定功率（W）		额定功率（W）		额定功率（W）	
90	S		0.75	1.5	0.55	1.1	0.25	0.75
	L		1.1	2.2	0.75	1.5	0.37	1.1
100	L	1	1.5	3	1.1	2.2	0.55	1.5
		2	2.2	3	1.5	3	0.75	1.5
112	M		3	4	2.2	4	1.1	2.2
132	S	1	3.7	5.5	3	5.5	1.5	3
		2	3.7	7.5	3	5.5	1.5	3
	M	1			3.7	7.5	2.2	4
		2			3.7	7.5	2.2	5.5

表 1-8　单相串励电动机功率、机座号对应表

额定功率（W）/ 转速（r/min）/ 机座代号		4000	6000	8000	12000
36	1	8	15	25	40
	2	15	25	40	60
	3	25	40	60	90
45	1	40	60	90	120
	2	60	90	120	180
	3	90	120	180	250
56	1	120	180	250	—
	2	180	250	370	—
	3	250	370	550	—
71	1	370	550	—	—
	2	550	750	—	—
	3	750	—	—	—

3. 铭牌数据

单相异步电动机机座上铭牌，均清楚地标注该电动机的额定技术数据，也就是额定值。单相异步电动机的额定值主要有以下几项：

（1）额定功率 P_N（W）　指单相异步电动机在额定运行时转轴上输出的机械功率。

（2）额定电压 U_N（V）　指在额定运行状况下，电源加在定子绕组上的端电压。

（3）额定电流 I_N（A）　指在额定电压下输出额定功率时，定子绕组的线电流。

（4）额定频率（Hz）　指交流电源的频率，我国规定电力网频率为 50Hz。

（5）额定转速 n_N（r/min）　指电动机在额定技术条件下运行的速度，单相异步电动机一般略低于同步转速。单相串励式电动机则高于同步转速。

（6）效率 η（%）　指电动机在额定运行时，输出功率与输入功率的比值。

（7）绝缘等级　我国家用电器用单相电动机的绕组绝大多数都为 E 级绝缘，其最高工作温度为 120℃。

（8）其它指标　有些电动机铭牌上还标有绕组接法、功率因数、起动电流和转矩、环境条件、工作方式（如：连续、短时、断续运行等），以及电容器的容量和工作电压等。

第2章　单相异步电动机的类型与起动方法

从前面我们知道，单相异步电动机不能自行起动，而必须依靠外力来完成起动过程。不过它一旦起动即可朝起动方向连续不断地运转下去。根据起动方式的不同，单相异步电动机可以分为许多不同的型式。常用的有：

1）罩极式电动机；2）分相式电动机；

3）电容式电动机（又分为：①电容起动式；②电容运转式；③电容起动、运转式三种）。

下面将分述这些电机的结构、特性及其起动方法等。

2·1　罩极式电动机

1. 结构

罩极式电动机在单相异步电动机中结构最简单，它主要分为定子和转子两大部分，均由硅钢片叠压而成。罩极式电动机的转子均为笼型，在用硅钢片冲压而成的转子铁心槽中铸有铝质笼型绕组。其定子亦用硅钢片冲压而成，主要制成凸极式和隐极式（齿槽式）两种形式：

图2-1　单相罩极式电动机定子结构图

（1）凸极式定子　容量较小的罩极电动机多采用这种形式的定子，如图2-1所示。凸出的磁极上装有集中式磁场绕组，每个磁极的极掌上面开有小槽，在小槽内嵌放有短路铜环，罩住磁极的1/2～1/3，这个短路铜环叫做罩极线圈。在磁极间还装有一种导磁的薄钢

片，称为漏磁片，它是用来减少气隙中磁场分布曲线畸变的。

(2) 隐极式（齿槽式）定子：功率较大的罩极电动机常采用这种隐极齿槽式定子结构，在这种定子中，其绕组为分布式。部分线槽内则同时嵌入几匝用粗铜线绕成的自行短路的罩极线圈。一些旧式风扇和鼓风机就采用这种结构，如图 2-2 所示，即为 4 极 24 槽采用分布绕组的隐极式罩极电动机的分布图。

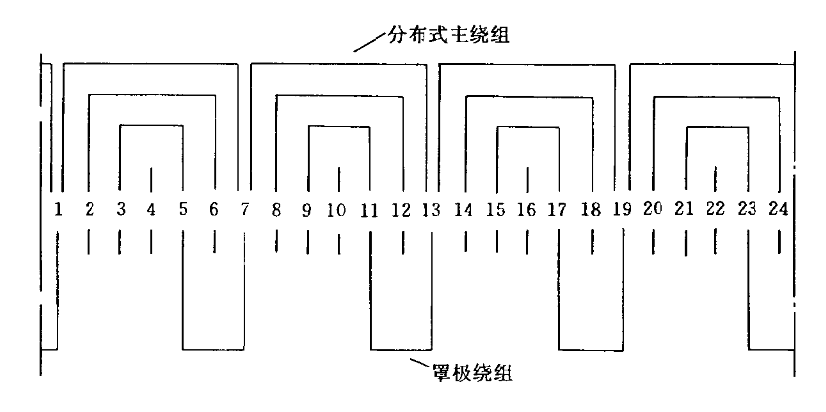


图 2-2　4 极 24 槽分布绕组罩极电动机分布图

其它型式的罩极电动机一般功率都极小，如圆盘型、框型定子罩极电动机，它们用于不需要多大功率的电度表、电唱机中。

2. 工作原理

罩极式电动机的工作原理见图 2-3 所示，定子上有凸出的磁极，主绕组就安置在这个磁极上。在磁极表面约 1/3 处开有一个凹槽，将磁极分成为大小两部分，在磁极小的部分套着一个短路铜环，将磁极的一部分罩了起来，称为罩极，它相当于一个副绕组。当定子绕组中

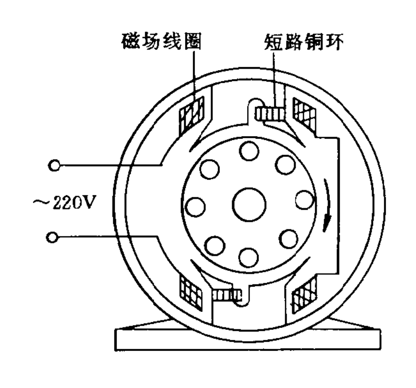


图 2-3　单相罩极式电动机结构示意图

接入单相交流电源后，磁极中将产生交变磁通，穿过短路铜环的磁通，在铜环内产生一个相位上滞后的感应电流。由于这个感应电流的作用,磁极被罩部分的磁通不但在数量上和未罩部分不同，而且在相位上也滞后于未罩部分的磁通。这两个在空间位置不一致，而在时间上又有一定相位差的交变磁通，就在电机气隙中构成脉动变化近似的旋转磁场。这个旋转磁场切割转子后，就使转子绕组中产生感应电流。载有电流的转子绕组与定子旋转磁场相互作用，转子得到起动转矩，从而使转子由磁极未罩部分向被罩部分的方向旋转。

3. 特性及用途

罩极电动机具有结构简单、制造方便、造价低廉、使用可靠、故障率低的特点。其主要缺点是效率低、起动转矩小、反转困难等。其主要特性如下：

(1) 起动转矩　罩极电动机的起动转矩都很小，通常只有满载转矩的 30%～50%。因此这种电动机不能应用于需要满载起动的地方，而只能带动轻负载起动的机械设备。

(2) 效率　罩极电动机的效率很低，和其它型式的单相电动机比较,大约要低 8%～15%。但由于罩极电动机的输出功率都比较小，因此效率低对运行没有什么影响。

(3) 功率因数　由于效率低、故功率因数就比较高。但同样因电机功率都较小，对经济运行也起不了多大作用。

(4) 额定电流　罩极电动机在空载、满载和堵住时，电流的变化很小，就是将转子堵住不转，电动机也不会发生任何故障。

(5) 额定转速　罩极电动机的转速根据所接电源的频率以及电动机定子的极数而定，其实际转速略低于电机同步转速。

罩极电动机多用于轻载起动的负荷，凸极式集中绕组罩极电动机，常用于电风扇、电唱机。隐极式分布绕组罩极电动机则用于小型鼓风机、油泵中。

2·2 分相式电动机

1. 结构

单相分相式电动机又称为电阻起动异步电动机，它构造简单，主要由定子、转子、离心开关三部分组成。转子为笼型结构，定子采用齿槽式，如图 2-4 所示。定子铁心上面布置有两套绕组，运行用主绕组使用较粗的导线绕制，起动用的副绕组用较细的导线绕制。一般主绕组占定子总槽数的 2/3，辅助绕组占定子总槽数的 1/3。辅助绕组只在起动过程中接入电路，当电动机达到额定转速的 70%～80%时，离心开关就将辅助绕组从电源电路断开，这时电动机进入正常运行状况。

2. 工作原理

单相分相式电动机的定子铁心上布置有两套绕组，即主绕组和辅助绕组。这两套绕组在空间位置上相差 90°电角度，在起动时为了使起动用辅助绕组电流与运行用主绕组电流在时间上产生相位差，通常用增大辅助绕组本身的电阻（如采用细导线），或在辅助绕组回路中串联电阻的方法来达到，如图 2-5 所示，即电阻分相式。

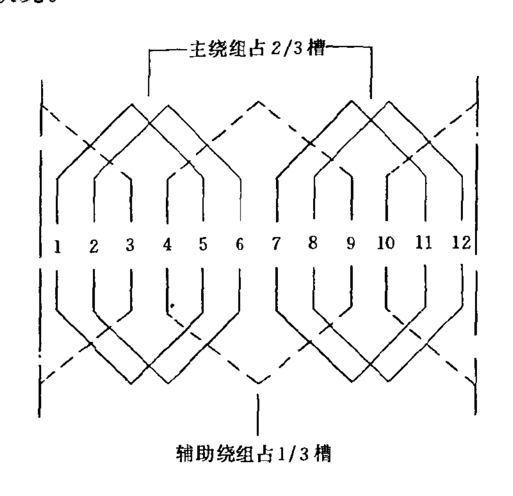


图 2-4 单相分相电动机定子绕组布置图

由于这两套绕组中的电阻与电抗分量不同，故电阻大电抗小的辅助绕组中的电流，比主绕组中的电流先期达到最大值。因而在两套绕组之间出现了一定的相位差，形成了两相电流。结果就建立起了一个旋转磁场，转子就因电磁感应作用而旋转。

3. 起动方法

从上面我们知道，单相分相式电动机的起动依赖定子铁心上相差 90°电角度的主、辅助绕组来完成。由于要使主、辅助绕组间的相位差足够大，就要求辅助绕组选用细导线来增加电阻。因而辅助绕组导线的电流密度都比主绕组大，故此能短时工作。起动完毕后必须立即与电源切断，如超过一定时间，辅助绕组就可能因发热而烧毁。

单相分相式电动机的起动，可以用离心开关或多种类型的起动继电器去完成。图 1-17 所示即为用电流起动继电器起动的分相式电动机接线图。

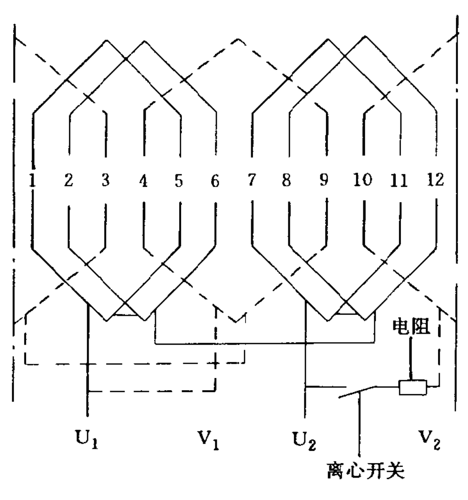


图 2-5　单相电阻分相电动机绕组接线图

4. 特性及用途

分相电动机具有构造简单、价格低廉、故障率低、使用方便的特点，其主特性如下：

(1) 起动转矩　分相式电动机的起动转矩一般是满载转矩的两倍，因此它的应用范围很广，如电冰箱、空调机的配套电动机。

(2) 额定转速　分相式电动机的转速很稳定，它的大小随定子极数和电源频率而变。同时，电动机负载的大小也能使转速起些微的变化。并且它加速过程很快，不到一秒钟即可达到额定转速。

(3) 效率　分相式电动机的效率因设计性能、容量大小和转速高低而异，一般约为 50%～60%。

(4) 功率因数　分相式电动机的功率因数，也随电机的设计性能、容量大小、转速高低而不同。一般在满载时约为 0.5～0.6。

因此，电动机在接近满载时运行最为经济。

(5) 起动电流　起动电流大是分相电动机的一大缺点，一般约为满载电流的 6～7 倍。

(6) 过载容量　分相式电动机过载时温升都很高，因此，一般过载容量不得超过满载转矩的 25%，时间不超过 5min。

单相分相式电动机具有中等起动转矩和过载能力，适用于低惯量负载、不经常起动、负载可变而要求转速基本不变的场合，如小型车床、鼓风机、电冰箱压缩机、医疗器械等。

2·3　电容式电动机

1. 结构

单相电容式电动机具有三种型式，即：电容起动式；电容运转式；电容起动、运转式。电容电动机和同样功率的分相电动机，在外形尺寸、定、转子铁心、绕组、机械结构等都基本相同，只是添加了 1～2 个电容器而已。

2. 工作原理

从前面所述我们知道，单相异步电动机中，它的定子有两套绕组，且在空间位置上相隔 90°电角度。因此在起动时，接入在时间上具有不同相位的电流后，产生了一个近似两相的旋转磁场，从而使电动机转动。

在分相式电动机中，主绕组电阻较小而电抗较大，辅助绕组则电阻较大而电抗较小，也就是利用这个原理。因此辅助绕组中的电流大致与线路电压是同相位的。而在实际上，每套绕组的电阻和电抗不可能完全减少为零，所以两套绕组中电流 90°相位差是不可能获得的。从实用出发则只要相位差足够大时，就能产生近似的两相旋转磁场，从而使转子转动起来。

如在电容电动机的辅助绕组中串联一只电容器，它的电流在相位上就将比线路电压超前。将绕组和电容器容量适当设计，两套线圈相互就完全可以达到 90°相位差的最佳状况，如图 2-6 所示。这样就改进了电动机的性能。但在实际上，起动时定子中的

电流关系还随转子的转速而改变。因此，要使它们在这段时间内仍有 90°的相位差，那末电容器电容量的大小就必须随转速和负载而改变，显然这种办法实际上是做不到的。由于这个原因，根据电动机所拖动的负载特性，而将电动机作适当设计，这样就有了上面所说的三种型式的电容电动机。

3. 起动方法

单相电容电动机根据其起动方法或运行方式的不同，分为以下三种类型。

(1) 电容起动式电动机　如图 2-7 所示，电容器经过离心开关接入起动用辅绕组，主、辅绕组的出线 U_1、U_2、V_1、V_2。接通电源，电动机即行运转。当转速达到额定转速的 70%～80%时，离心开关动作，切断辅助绕组的电源。

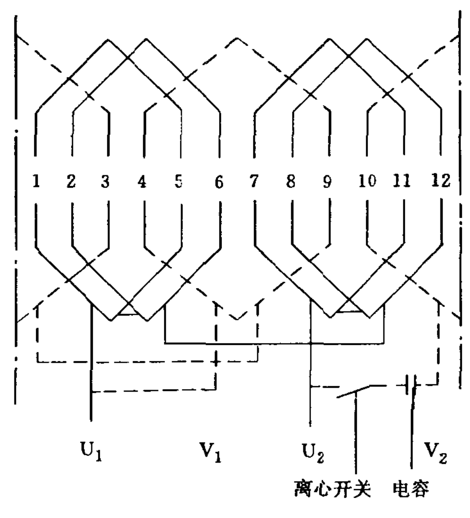


图 2-6　单相电容起动电动机绕组接线图

在这种电动机中，电容器一般装在机座顶上。由于电容器只在极短的几秒钟起动时间内才工作，故可采用电容量较大，价格较便宜的电解电容器。为加大起动转矩，其电容量可适当选大些。

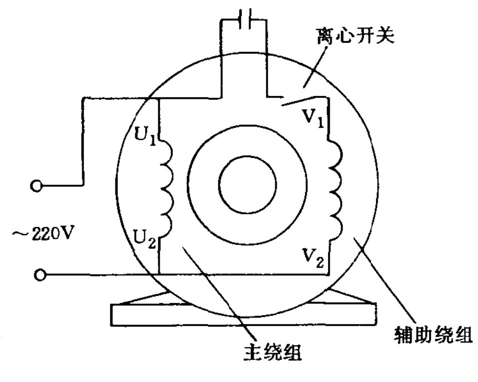


图 2-7　单相电容起动式电动机接线图

（2）电容运转式电动机　如图 2-8 所示，电容器与起动用副绕组中没有串接起动装置，因此电容器与辅助绕组将和主绕组一起长期运行在电源线路上。

在这类电动机中，要求电容器能长期耐较高的电压，故必须使用价格较贵的纸介质或油浸纸介质电容器，而绝不能采用电解电容器。

电容运转式电动机省去了起动装置，从而简化了电动机的整体结构，降低了成本，提高了运行可靠性。同时由于辅助绕组也参与运行，这样就实际增加了电动机的输出功率。

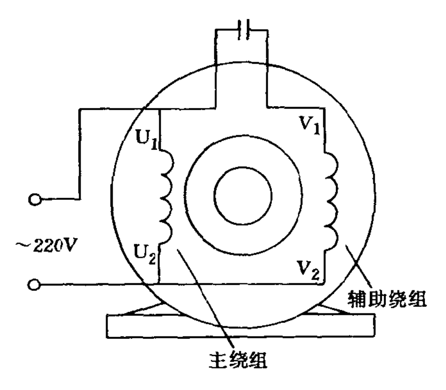


图 2-8　单相电容运转式电动机接线图

（3）电容起动与运转式电动机　如图 2-9 所示，这种电动机兼有电容起动和电容运转两种电动机的特点。起动用辅助绕组经过运行电容 C_1 与电源接通，并经过离心开关与容量较大的起动电容 C_2 并联。接通电源时，电容器 C_1 和 C_2 都串接在起动绕组回路中。这时电动机开始起动，当转速达到额定转速的 70%～80% 时，离心开关 S 动作，使将起动电容 C_2 从电源线路切除，而运行电容 C_1 则

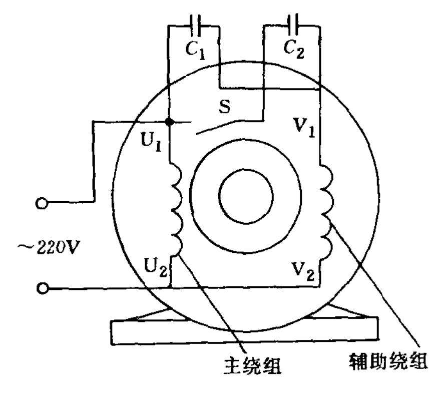


图 2-9　单相电容起动与运转电动机接线图

仍留在电路中运行。

显然，这种电动机需要使用两个电容器，又要装起动装置，因而结构复杂，并且增加了成本，这是它的缺点。

在电容起动与运转式电动机中，也可以不用两个电容量不同的电容器。而用一只自耦变压器，如图 2-10 所示。起动时跨接于电容器两端的电压增高，使电容器的有效容量比运转时大 4～5 倍。这种电动机用的离心开关是双掷式的，电动机起动后，离心开关接至 S 点，降低了电容器的电压和等效电容量，以适应运行的需要。

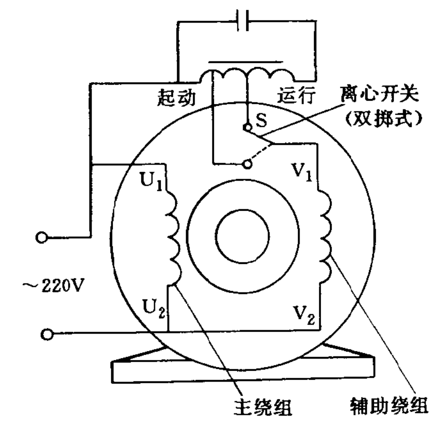


图 2-10　电容器和自耦变压器组合起动接线图

4. 特性及用途

单相电容电动机三种类型的特性及用途如下。

(1) 单相电容起动式电动机　这种电机具有较高起动转矩，一般达到满载转矩的 3～5 倍，故能适用于满载起动的场合。由于它的电容器和副绕组只在起动时接入电路，所以它的运转特性，如转速因负载不同而变化，以及功率因数、效率、过载容量等，都与同样大小并有相同设计的分相式电动机基本相同。

单相电容起动式电动机多用于：电冰箱、水泵、小型空气压缩机及其它需要满载起动的电器、机械。

(2) 单相电容运转式电动机　这种电机的起动转矩较低，但功率因数和效率均比较高。它体积小、重量轻、运行平稳、振动与噪声小、可反转、能调速，适用于直接与负载联接的场合。如电风扇、通风机、录音机及各种空载或轻载起动的机械，但不适于空载或轻载运行的负载。

(3) 单相电容起动与运转式电动机　这种电机具有较好的起动性能，较高的功率因数、效率和过载能力，可以调速。适用于带负载起动和要求低噪声的场合，如小型机床、泵、家用电器等。

单相电容电动机的起动电容及运转电容可参考表 2-1 的数据进行选配。

表 2-1　单相电容电动机起动电容及运转电容选配表

功率（W）	15		25		40		60		90		120		180		250	370	550	750
极数	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4				
运转电容	1	1	1	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6				
起动电容											75	75	75	75	100	100	150	200

第3章　单相异步电动机的绕组及其接法

单相异步电动机的定子铁心上通常都安置有两套绕组，一套为运行用的主绕组，另一套为起动用的辅助绕组，都称为定子绕组。接入电源后，定子上主、辅两套绕组共同在气隙中建立起一个旋转磁场，并在转子绕组内感应电势和电流，产生电磁转矩，完成电能与机械能的转换。因此，绕组是电动机中最复杂、易损坏的极重要部分。单相异步电动机的定子绕组，除罩极式电动机多采用集中绕组外，其它类型的单相电动机均使用分布绕组。常用的绕组型式有单层绕组、双层绕组、单双层混合绕组和正弦绕组等类型。下面将分述绕组的常用名词、含义以及各类绕组的构成、特点和接法。

3·1　绕组的常用术语及其含义

(1)线径　指电机所用电磁线的直径。

(2)并绕根数　指依电机绕线模同时并行绕制的电磁线根数，如2根、4根并绕等。

(3)线匝　指一根或若干根电磁线绕电机线模一周，如一根电磁线绕一周为一线匝，二根或若干根电磁线绕一周则仍为一线匝。

(4)线圈　由一匝或若干线匝串绕而成的一束线匝叫做线圈，线圈是电动机绕组的基本元件。图3-1所示为电动机分布式绕组中常用的梭形线圈示意图。线圈的两直线部分称为有效边，它嵌入铁心槽内直接参与电磁能量的转换，而线圈

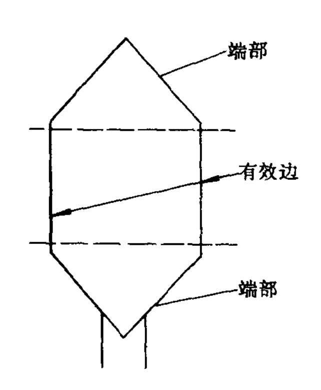


图3-1　梭形线圈示意图

的两个端接部分仅起联接两有效边的作用。

（5）极相组　指在一相中形成同一个磁极的一个线圈、或若干个线圈串联而成的线圈组，称为极相组。如图 3-2 所示。

（6）并联支路　由一个或若干个极相组联接而成的部分绕组，在单相异步电动机中由于其额定功率都比较小，通常在设计时采用一条支路即能达到要求。

（7）相绕组　由一条或若干条并联支路联接而成的一大部分绕组，单相异步电动机中通常有主、副两套绕组，个别类型的单相电动机另外还增加第三套作为调速绕组。

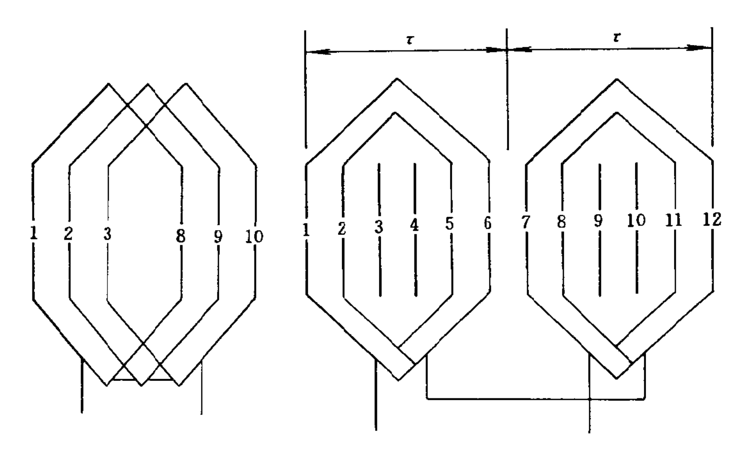


图 3-2　极相组示意图　　　图 3-3　单相电动机绕组极距示意图

（8）极距 τ　极距是指每磁极所占圆周表面的距离（即长度）。对交流电动机一般常以铁心相邻两磁极中心所跨占的槽数来表示，如图 3-3 所示。极距有两种表示方法：一种为以长度（cm）表示；另一种以槽数表示。即：

$$\tau=\frac{\pi D}{2p}(\mathrm{cm})$$

$$\tau=\frac{Z}{2p}(\text{槽数}) \qquad (3\text{-}1)$$

式中　D——定子铁心内径，转子铁心外径；

　　　Z——定、转子槽数；

p——极对数。

极距槽数习惯上以从第×槽到第×槽来表示。例如：4 极 24 槽电机绕组的极距为

$$\tau=\frac{24}{2\times2}=6 \quad (1\text{-}7 \text{ 槽}) \tag{3-2}$$

即极距为 6 槽，就是从第 1 槽跨到第 7 槽。

(9)节距 y　节距是指单个线圈元件两有效边所跨占的槽数，表示方法与极距类似。例如：节距 $y=6$(1-7 槽)，即节距为 6 槽，就是分嵌放在第 1 槽和第 7 槽。

(10)每极每相槽数 q　每极每相槽数是指每一磁极下每相所占有的槽数，嵌放在所占槽中的一个或几个线圈串接为一组，就成了极相组。每极每相槽数等于：

$$q=\frac{Z}{2pm} \tag{3-3}$$

式中　Z——定子槽数。

360° 机械角度

图 3-4　定转子机械角度示意图

(11)机械角度　用于嵌放定、转子绕组的定、转子铁心均为圆形，它们都具有不变的 360°机械角度。如图 3-4 所示，牢记这一点对我们了解机械角度与电角度的关系，以及掌握绕组的构成规律都是极为有益的。

(12)电角度　如图 3-5、3-6 所示，单相正弦交流电正、负变化一周或 N—S 一对磁极，它们都具有 360°电角度。现从磁场来看，由图中 A 点旋转一周回复到 A 点，即变化 360°电角度。电动机电角度的表示式为：

$$d=2p\times180° \tag{3-4}$$

式中　d——电动机电角度；

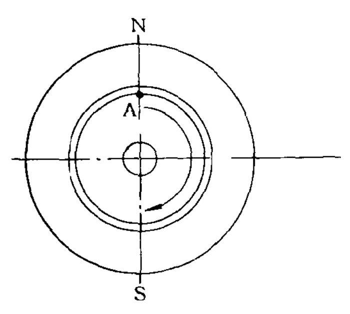


图 3-5　180°电角度示意图

p——电动机磁极对数。

例如：4 极 24 槽电动机内圆周的电角度 $\alpha=2\times2\times180°=720°$，其每槽电角度 $\alpha=720°\div24=30°$。由此可见，4 极、6 极电动机的空间机械角度均为 360°，而电角度则分别为 720°和 1080°。因此，不论电动机有多少对磁极，每对磁极即具有 360°电角度，它与定子内圆空间机械角度无关。

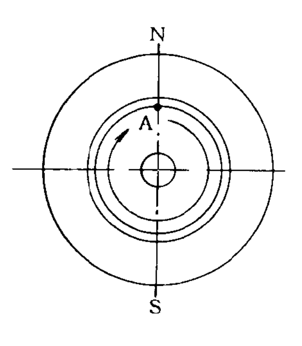


图 3-6　360°电角度示意图

3·2　绕组的类型

单相异步电动机的定子绕组，除罩极式电动机采用集中绕组外，其它均为分布式绕组，今将常用类型简述如下：

1. 单层叠绕组

如图 3-7 所示，单层叠绕组各个线圈的节距都是相等的，因而绕组的每一个线圈形状大小均相同。它的每一个线圈的末边都返回其邻近的下一个线圈的起边，整个绕组形成相互重叠的形态，所以把这种绕组叫做叠绕组或等元件绕组。因其环环相扣极似链条，故也称为单层链形绕组。单层叠绕组每槽只嵌一个线圈边。

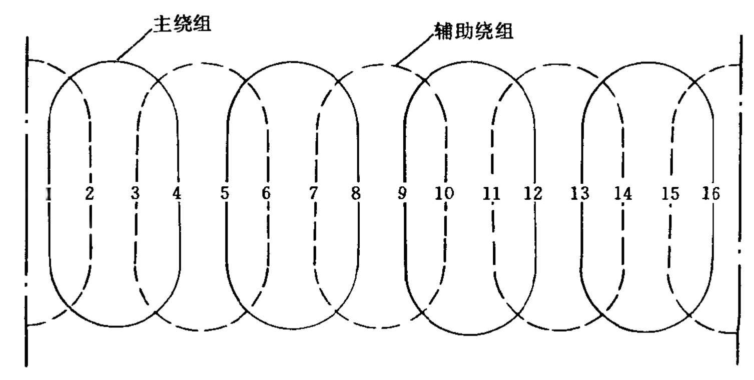


图 3-7　单相单层叠绕组线圈布置图

与三相绕组不同的是，单相单叠绕组没有自动消除三次谐波的能力，而三次谐波对单相电动机的危害甚大。但如果把主绕组只分布于 2/3 的定子槽中，则主绕组中三次谐波将自动消除。同时还可大大提高绕组的分布系数，从而可节省电磁线用量近 20%，而绕组承受电压的能力和磁效应都无重大影响。因此，单相电动机机中主、辅绕组所占槽数通常均按 2∶1 分配。对于电容运转式电动机，由于其辅助绕组在电动机起动后并不脱离电源，仍继续运行。故这种电动机的主、辅绕组所占定子槽数是相等的，即各占一半。

单相单层叠绕组根据其绕组布置和接法的不同又略有区别，今以一台单相 4 极 24 槽分相电动机的一半绕组为例来说明其绕组的布置。

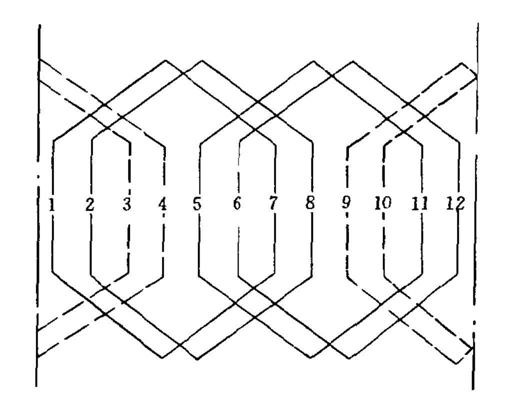


图 3-8　全节距单层叠绕组布置图

图 3-8 所示为采用全距时的绕组展开布置图，其节距为 $y=24$ 槽$\div 4=6$ 槽，为偶数。由图可见，主绕组占有 24 槽$\times 2/3=16$ 槽的定子槽数，具有 8 个线圈。副绕组占有 24 槽$\times 1/3=8$ 槽的定子槽数，有 4 个线圈。因为节距为偶数，所以在嵌线时，应先把同一极相组的两个线圈边嵌入相邻的两槽内，然后依次

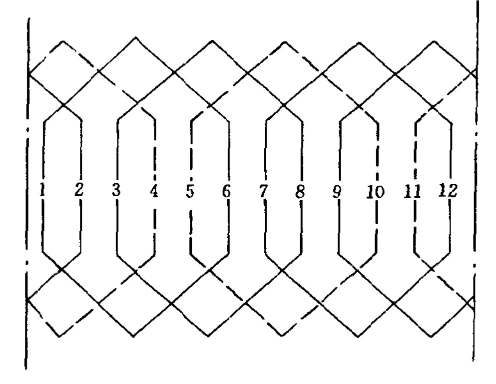


图 3-9　短节距单层叠绕组布置图

隔两槽嵌入两个线圈，直至嵌完全部绕组。

为了缩短绕组的端接部分，并便于嵌线，常采用短距绕组。如图 3-9 所示为采用短距时绕组的展开布置图，其节距取 $y=5$，由于线圈节距为奇数，嵌线时采用隔槽嵌线。即嵌一槽、然后空一槽再嵌下个线圈，这样依次进行直至嵌完全部线圈。

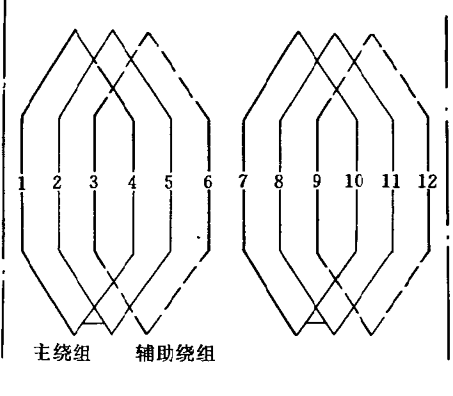


图 3-10　分离式单层叠绕组布置图

这台单相 4 极 24 槽电动机的绕组还可以采用如图 3-10 所示的分离式布置。此时，电动机的绕组排列明显地分为两部分。其端部也不像图 3-8、图 3-9 那样均匀，但这种绕组可使电动机制成分割式定子，以用于某些特定场合。

上述几种绕组的布置型式虽各有差别，但它们的电磁作用都是相同的。

2. 单层同心式绕组

如图 3-11 所示，同心式绕组是由几个节距不同而轴线相互重合的线圈串接组成。它是一种采用短距线圈的整距绕组。其主、副两套绕组分别布置在槽的上下层，一般都将副绕组嵌放于上层。由于嵌线时不用将部分线圈边吊把，所以嵌线简便，修理副绕组也较容易。因此，在单相电动机中同心式绕组是应用较多的一种绕组。根据联结方法的不同，同心式绕组可

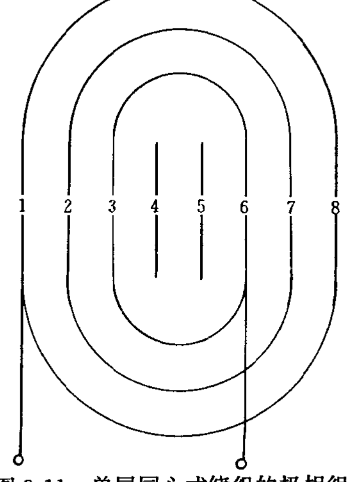


图 3-11　单层同心式绕组的极相组

以分成图 3-12、图 3-13 两种型式。前者为老式同心绕组，其明显的缺点是线圈端部较长，因而耗料多增加了成本。并且使定子电阻和漏抗增大，电动机性能变差。而后者则由于端部的缩短正好克服了上述缺点。因此现在更多采用的是这类同心绕组。

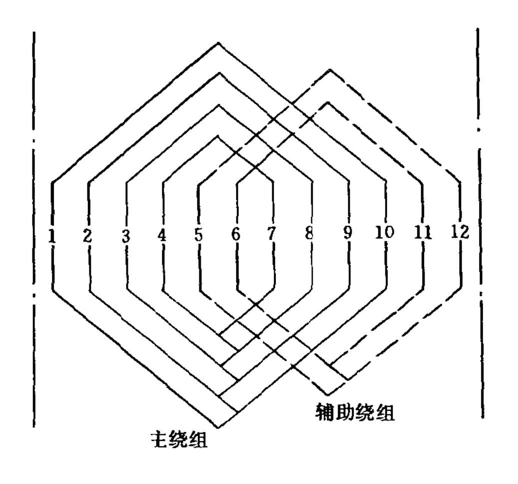


图 3-12　单层同心式绕组布置图

3. 双层叠绕组

如图 3-14 所示为单相双层绕组展开图，通常为消除磁场中存在的三次谐波，单相双层叠绕组应采用缩短 1/3 的短距绕组。这种绕组虽具有较好的起动性能，但由于单相电动机的功率都较小，其定子铁心内径也小，绕组嵌线较为困难，故在实用中单相电动机已很少采用。

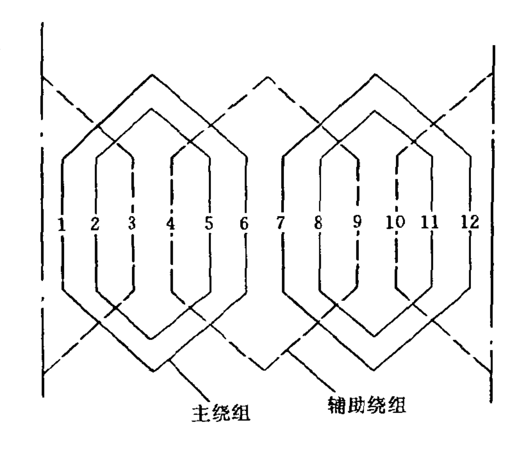


图 3-13　单层分组同心式绕组布置图

4. 正弦绕组

正弦绕组是一种高精度的特殊绕组，早期是应用于自动控制用的电动机中，现已普及于一般用途的单相电动机。正弦绕组能消除三次谐波，

并有效地削弱5、7次谐波，使气隙磁通的分布尽可能接近正弦形。从而降低杂散耗，提高效率、改善起动性能，保证电动机具有优良的运行特性。

(1)绕组构成　正弦绕组是将定子铁心槽中的导线数按照一定的规律来分布，同一极下各槽的导线数不相等来达到。如图3-15所示为正弦绕组各槽导线分布情况(以主绕组槽内最多的导线数为100%)。从图中可以看出正弦绕组的主、辅绕组所占槽数之比不是2∶1，而是将主、辅绕组的导线按不同数量分布于定子铁心槽中。图3-16为与其对应的绕组展开图。由于单层和双层叠绕组这些等元件绕组，不能在线圈尺寸、匝数相等方面满足正弦绕组的要求，因此，正弦绕组使用的是与其极为相似的同心式线圈。

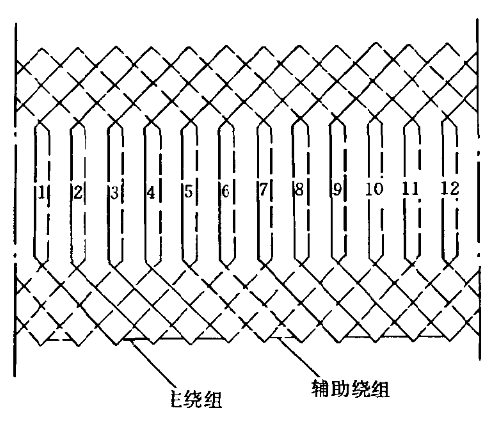


图3-14　双层叠绕组布置图

(2)匝数分配　由上面我们知道，在正弦绕组中，组成一极的各个同心线圈的匝数是不相等的，各同心线圈的匝数可按下述方法计算：

1)计算各同心线圈节距之半的正弦值。

$$\sin(X-X)=\sin\frac{y_{(X-X)}}{2}\times\frac{\pi}{\tau} \qquad (3\text{-}5)$$

式中　$\sin(X-X)$——某一同心线圈的正弦值；

$y_{(X-X)}$——该同心线圈节距；

π——每极电角度($\pi=180°$)；

τ——极距(槽)；

$\frac{\pi}{\tau}$——每槽电角度。

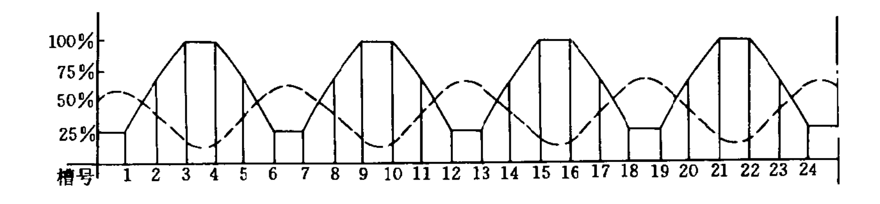


图 3-15　4 极 24 槽正弦绕组各槽导线的分布

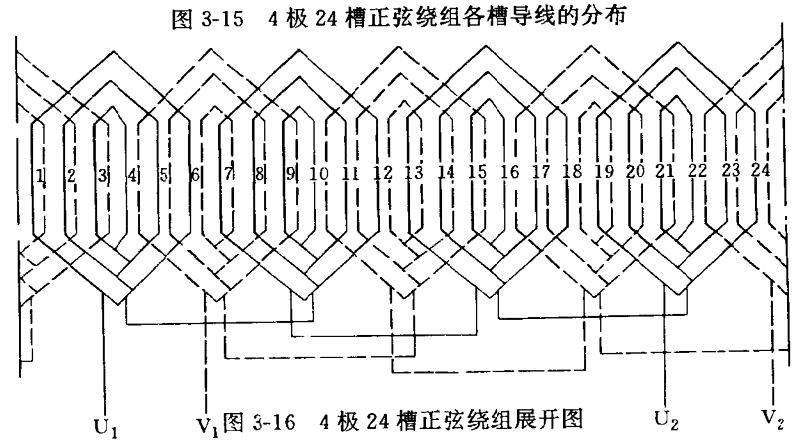


图 3-16　4 极 24 槽正弦绕组展开图

2)每极内各线圈节距之半的总正弦值

$$\Sigma\sin(X-X)=\sin(X_1-X_1)+\sin(X_2-X_2)+\cdots+\sin(X_n-X_n)$$

… (3-6)

式中　$\Sigma\sin(X-X)$——每极线圈总正弦值

3)各同心线圈占每极线圈的百分数。

$$n_{(X-X)}=\frac{\sin(X-X)}{\Sigma\sin(X-X)}\times 100\% \tag{3-7}$$

式中　$n_{(X-X)}$——某一同心线圈占每极线圈的百分数(%)

4)每个同心线圈的匝数

$$W_{(X-X)}=W_{\Sigma}\times\frac{\sin(X-X)}{\Sigma\sin(X-X)}(匝) \tag{3-8}$$

式中　$W_{(X-X)}$——某个同心线圈的匝数；

W_{Σ}——一个极相组内同心线圈的总匝数。

现以单相 24 槽 4 极电动机为例，说明上述计算方法。

正弦绕组可布置成图 3-17 所示的两种型式。

$$极距\ \tau=\frac{Z}{2p}=\frac{24}{4}=6(槽) \tag{3-9}$$

在图 3-17a 中，每极由 3-4 槽、2-5 槽、1-6 槽内三个同心线圈组成，其节距分别为 $y=1$(3-4 槽)、$y=3$(2-5 槽)、$y=5$(1-6 槽)。各同心线圈占每极线圈的百分数计算如下：

1) $\sin(X-X)$

$$\sin(3-4)=\sin\frac{y(3-4)}{2}\times\frac{\pi}{\tau}=\sin\times\frac{1}{2}\times\frac{180^\circ}{6}=\sin15^\circ$$

$$=0.259$$

$$\sin(2-5)=\sin\frac{3}{2}\times\frac{180^\circ}{6}=\sin45^\circ=0.707$$

$$\sin(1-6)=\sin\frac{5}{2}\times\frac{180^\circ}{6}=\sin75^\circ=0.966$$

2) $\Sigma\sin(X-X)$

$$\Sigma\sin(X-X)=\sin(3-4)+\sin(2-5)+\sin(1-6)$$

$$=0.259+0.707+0.966=1.932$$

3) $n_{(X-X)}$

$$n_{(3-4)}=\frac{\sin(3-4)}{\Sigma\sin(X-X)}\times100\%=\frac{0.259}{1.932}\times100\%=13.4\%$$

$$n_{(2-5)}=\frac{\sin(2-5)}{\Sigma\sin(X-X)}\times100\%=\frac{0.707}{1.932}\times100\%=36.6\%$$

$$n_{(1-6)}=\frac{0.966}{1.932}\times100\%=50\%$$

从上述计算可见，最中间两槽 $n_{(3-4)}$所占的比例不多，为简化绕线工艺和提高槽满率，可把这两槽空出，专供嵌放副绕组，而槽 1 和槽 6 则全部嵌放主绕组。这样每极只有(2-5)、(1-6)两个同心线圈，总正弦值为 $\Sigma\sin(X-X)=0.707+0.966=1.673$。各同心线圈占每极线圈的百分数为：

表 3-1 常用正弦绕组分布表

序号	绕组系数	每极槽数	每极绕组分布 槽号 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	0.75	3	50	50	5	50															
2	0.828	4	41.4	58.6		58.6	41.4														
3	0.856	6	57.7	42.3			42.3	57.7													
4	0.775	6	50	36.6	13.4	13.4	36.6	50													
5	0.915	6	36.6	63.4				63.4	36.6												
6	0.804	6	26.8	46.4	26.8		26.8	46.4	26.8												
7	0.912	8	34.2	45.8					45.8	34.2											
8	0.827	8	41.1	35.1	23.8			23.8	35.1	41.1											
9	0.950	8	35.2	64.8						64.8	35.2										
10	0.870	8	23.5	43.4	33.1				33.1	43.4	23.5										
11	0.796	8	19.9	36.8	28	15.3		15.3	28	36.8	19.9										
12	0.960	9	34.7	65.3							65.3	34.7									
13	0.893	9	22.7	42.6	34.7					34.7	42.6	22.7									
14	0.820	9	18.5	31.7	28.3	18.5			18.5	28.3	34.7	18.5									
15	0.928	9	52.2	47.8						47.8	52.2										
16	0.856	9	39.5	34.8	25.7				25.7	34.8	39.5										
17	0.793	9	34.6	30.6	22.7	12.1		12.1	22.7	30.6	34.6										
18	0.959	12	51.8	48.2									48.2	51.8							
19	0.910	12	36.6	34.1	29.3							29.3	34.1	36.6							
20	0.855	12	29.9	27.8	24	18.3					18.3	24	27.8	29.9							
21	0.806	12	26.8	25	21.4	16.5	10.3			10.3	16.5	21.4	25	26.8							
22	0.783	12	25.9	24.1	20.7	15.9	10.0	3.4	3.4	10	15.9	20.7	24.1	25.9							
23	0.978	12	34.1	65.9										65.9	34.1						
24	0.936	12	21.4	41.4	37.2								37.2	11.4	21.4						

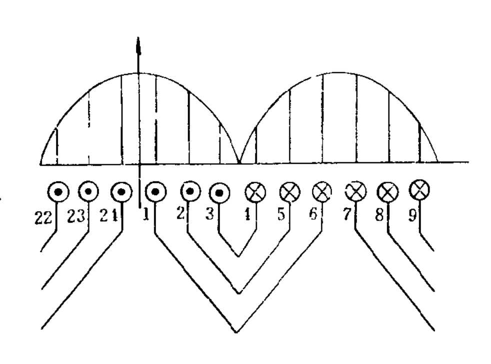
（续表）

序号	绕组系数	每极槽数	每极绕组分布 槽号																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
25	0.883	12	16.4	31.8	28.5	23.3							28.5	31.8	16.4						
26	0.829	12	14.1	27.3	24.5	20	14.1				14.1	20	24.5	27.3	14.1						
27	0.790	12	13.2	25.4	22.8	18.6	13.2	6.8		6.8	13.2	18.6	22.8	25.4	13.2						
28	0.947	16	35.1	33.8	31.1											31.1	33.8	35.1			
29	0.910	16	27.6	26.5	24.5	21.4									21.4	24.5	26.5	27.6			
30	0.869	16	23.5	22.6	20.8	18.2	14.9							14.9	18.2	20.8	22.6	23.5			
31	0.829	16	21.1	20.4	18.7	16.4	13.4	10					10	13.4	16.4	18.7	20.4	21.1			
32	0.798	16	19.9	19.2	17.6	15.4	12.7	9.4	5.8			5.8	9.4	12.7	15.4	17.6	19.2	19.9			
33	0.963	16	20.8	40.8	38.4												38.4	40.8	20.8		
34	0.929	16	15.5	30.3	28.5	25.7										25.7	28.5	30.3	15.5		
35	0.889	16	12.7	24.9	23.4	21.1	17.9								17.9	21.1	23.4	24.9	12.7		
36	0.848	16	11.1	21.8	20.5	18.5	15.7	12.4						12.4	15.7	18.5	20.5	21.8	11.1		
37	0.812	16	10.3	20	18.9	17.2	14.4	11.3	7.9				7.9	11.3	14.4	17.2	18.9	20	10.3		
38	0.927	18	27	26.2	24.6	22.2											22.2	21.6	26.2	27	
39	0.892	18	22.7	22	20.6	18.6	16.1									16.1	18.6	20.6	22	22.7	
40	0.855	18	20.1	19.5	18.2	16.5	14.2	11.5							11.5	14.2	16.5	18.2	19.5	20.1	
41	0.821	18	18.5	17.9	16.8	15.2	13.2	10.6	7.8					7.8	10.6	13.2	15.2	16.8	17.9	18.5	
42	0.795	18	17.6	17.1	16	14.5	12.5	10.2	7.5	4.6			4.6	7.5	10.2	12.5	14.5	16	17.1	17.6	
43	0.943	18	15.2	29.9	28.6	26.3												26.3	28.6	29.9	15.2
44	0.910	18	12.3	24.3	23.2	21.3	18.9										18.9	21.3	23.2	24.3	12.3
45	0.873	18	10.6	20.9	20	18.4	16.4	13.7								13.7	16.4	18.4	20	20.9	10.6
46	0.837	18	9.6	18.9	18.1	16.7	14.7	12.4	9.6						9.6	12.4	14.7	16.7	18.1	18.9	9.6
47	0.806	18	9.0	17.8	17	15.7	13.8	11.6	9.9	6.1				6.1	9.0	11.6	13.8	15.7	17	17.8	9.0

$$n_{(2-5)}=\frac{0.707}{1.673}\times 100\%=42.3\%$$

$$n_{(1-6)}=\frac{0.966}{1.673}\times 100\%=57.7\%$$

同样，可以计算图 3-17b 所示的各同心线圈占每极线圈的百分数，但要注意同心线圈 $n_{(1-7)}$的匝数只能占计算值的一半，另一半则放在相邻的极面下，即：



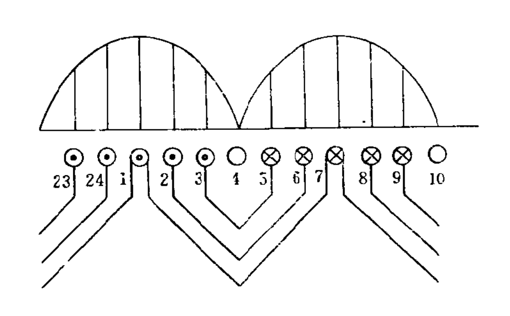


图 3-17 正弦绕组的布置

a)正弦绕组单层同心式布置

b)正弦绕组单双层混合布置

$\sin(3-5)$

$=\sin\frac{y_{(3-5)}}{2}\times\frac{\pi}{\tau}$

$=\sin\frac{2}{2}\times\frac{180°}{6}=\sin 30°$

$=0.5$

$\sin(2-6)=$

$\sin\frac{y_{(2-6)}}{2}\times\frac{\pi}{\tau}=\sin\frac{4}{2}\times\frac{180°}{6}=\sin 60°=0.866$

$\sin(1-7)$

$=1/2\sin\frac{y_{(1-7)}}{2}\times\frac{\pi}{\tau}$

$=1/2\sin\frac{6}{2}\times\frac{180°}{6}$

$=1/2\sin 90°=0.5$

$\Sigma\sin(X-X)$

$=0.5+0.866+0.5=1.866$

$$n_{(3-5)}=\frac{0.5}{1.866}\times 100\%=26.8\%$$

$$n_{(2-6)}=\frac{0.866}{1.866}\times 100\%=46.4\%$$

$$n_{(1-7)}=\frac{0.5}{1.866}\times 100\%=26.8\%$$

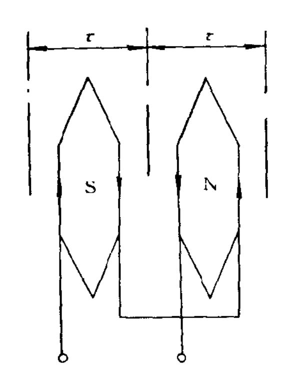
在 τ=6 槽的单相电动机中，采用图 3-17b 的布置比较适宜。正弦绕组每个同心线圈的匝数可通过上述公式计算或查表求得．表 3-1 即为常用正弦绕组分布表。

3·3 绕组的接法

单相异步电动机的各类绕组均由若干线圈构成，这些线圈根据不同的分布规律嵌入铁心槽中，然后再按规定的接法联接起来。下面分述单相异步电动机绕组的常见接法。

1. 显极与庶极接法

电动机绕组极相组之间的联结分为显极接法和庶极接法两种。显极接法时，电动机绕组的极相组数等于极数 $2p$。庶极接法时，电动机绕组的极相组数等于极对数 p。如图 3-18 所示。



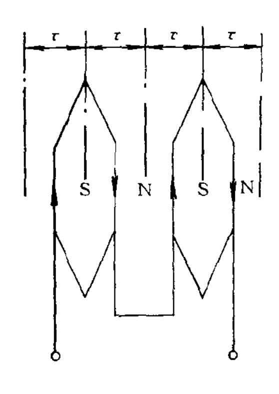


图 3-18 单相绕组显、庶极两种接法示意图
a）显极接法 b）庶极接法

（1）显极接法　采用显极接法时，同一相内邻近的极相组的线圈里所流过的电流方向应该是相反的。这时，它在定子铁心中所产生的磁极数明显地等于该相绕组所包含的极相组数。也就是说，每相内各极相组产生N极与S极相互交替的磁场极性。这种接法就是通常所说的"头与头相接、尾与尾相联"的接法。图3-19为4极16槽单层叠绕的显极接法。实质上，显极接法采用的是一种60°相带绕组。

（2）庶极接法　如图3-18b所示，将极相组间按头、尾串接起来，使它们所产生的磁极均为同极性磁极，绕组的这种联结叫做庶极接法。此时，同一相内各极相组的电流方向都是相同的。由于电流方向相同，根据右手定则可知，同一相中各极相组在定子铁心中产生的磁极极性均相同。然而，磁极总是要构成回路的，仅有单一的同极性磁极是不能共存于定子铁心中的，这样就势必在两个相同磁极的中间强制出现和它们极性相反的磁极，从而构成了新的磁通路。图3-20所示为4极12槽单层叠绕组的庶极接法，这时铁

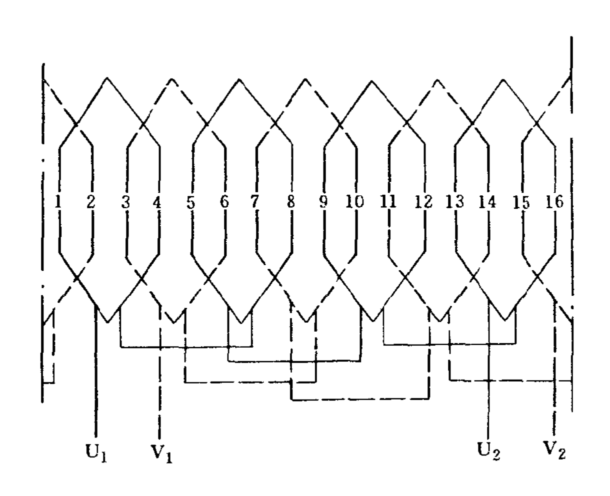


图3-19　4极16槽单层叠绕显极接法展开图

心中所产生的磁极对数为显极接法时的两倍。这种联结就是常说的“头与尾相接，尾与头相联”的庶极接法。实质上，庶极接法时采用的是一种 120°相带绕组。

由于采用庶极接法的绕组其电气性能较差，现已很少应用，仅与显极接法混合使用于变极调速的电动机绕组中，或在单层同心绕组内偶有采用。

2. 单层叠绕组的接法

单层叠绕组的联接方法随其嵌线方式的不同分为三种，现以一台 4 极 24 槽分相电动机为例来说明这几种接法。

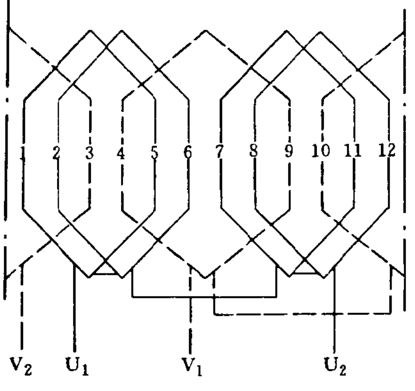


图 3-20 4 极 12 槽单层叠绕庶极接法展开图

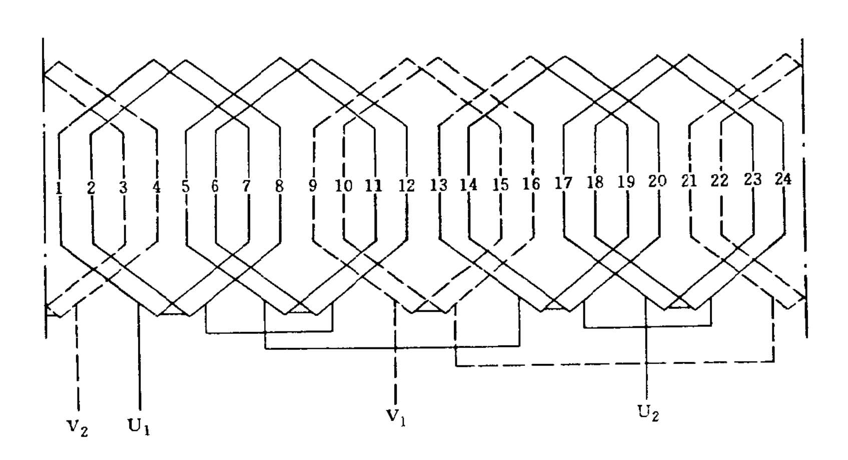


图 3-21 4 极 24 槽全节距单层叠绕组展开图

(1)全节距绕组的接法　即节距 $y=24\div4=6$ 槽(为偶数)，采

用显极接法,图 3-21 所示为绕组接线展开图。

(2)短节距绕组的接法　取节距 $y=5$ 槽(为奇数),也采用显极接法,图 3-22 所示为绕组接线展开图。

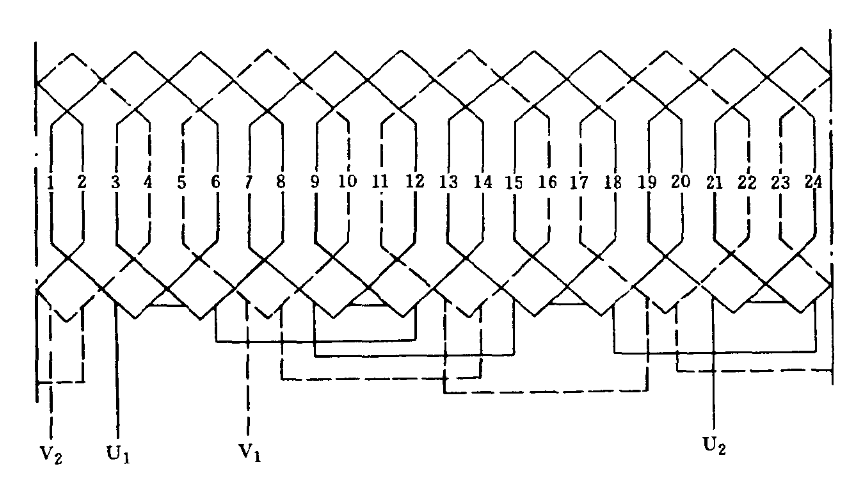


图 3-22　4 极 24 槽短节距单层叠绕组展开图

(3)分离式绕组的接法　这种绕组的布置明显地分为可分离

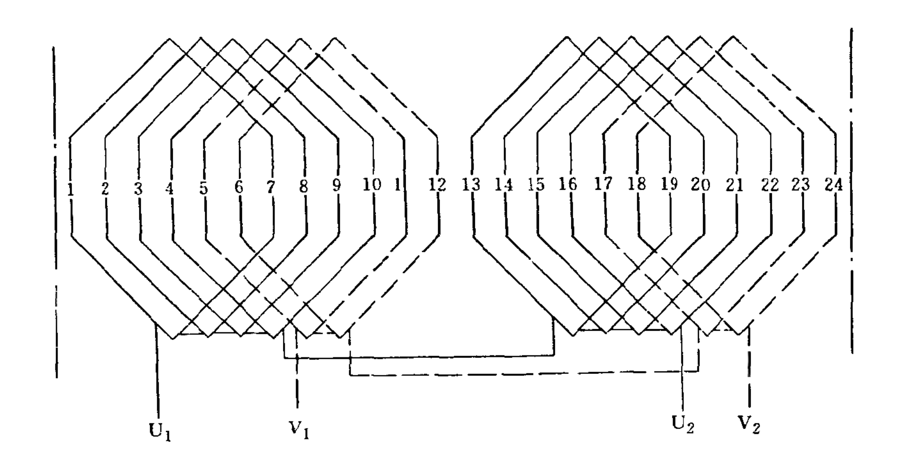


图 3-23　4 极分离式叠绕组展开图

的两部分，采用庶极接法，图 3-23 所示为绕组接线展开图。由图可见，它只有两个极相组，仅为显极接法时的 1/2。

3. 单层同心式绕组的接法

单层同心式绕组的接法分为两种，即一种为采用 120°相带绕组的庶极接法；另一种为采用 60°相带绕组的显极接法。现仍以一台 4 极 24 槽分相电动机为例来说明这两种接法。

(1)120°相带同心式绕组的接法　绕组采用庶极接法，图 3-24 所示为绕组接线展开图。从图中可以看出，主绕组分为两个极相组，每极相组包含 4 个线圈。辅助绕组也分为两个极相组，每极相组只有 2 个线圈。这样主绕组正好占定子铁心总槽数的 2/3，辅助绕组占定子总槽数的 1/3。

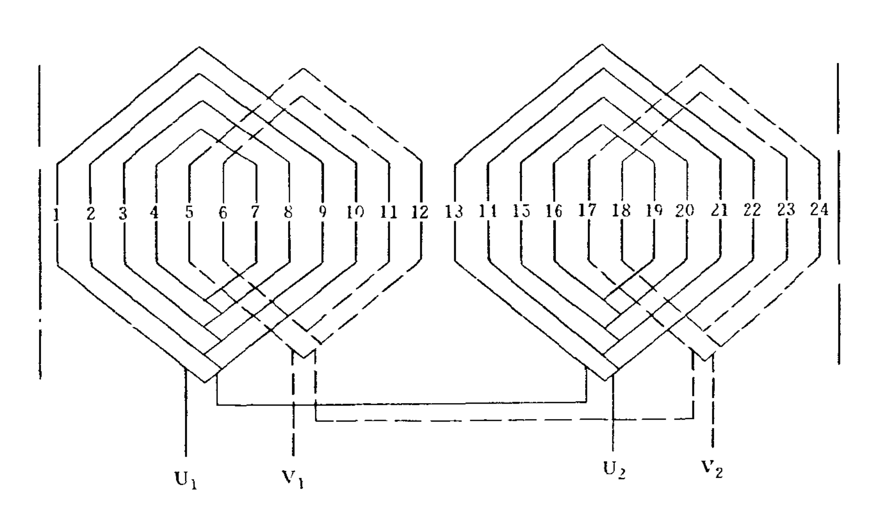


图 3-24　120°相带单层同心式绕组展开图

(2)60°相带同心式绕组的接法　绕组采用显极接法，图 3-25 所示为绕组接线展开图。从图中可以看出，主绕组分为 4 个极相组，每极相组包含 2 个线圈。辅助绕组也分为 4 个极相组，每个极相组则只有 1 个线圈。这样主绕组仍然占定子铁心总槽数的 2/3，辅助绕组占定子铁心总槽数的 1/3。

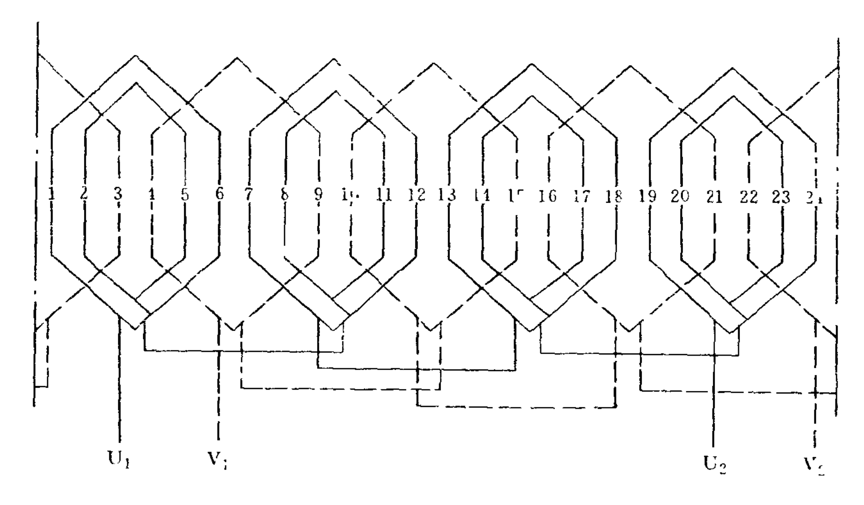


图 3-25　60°相带单层同心式绕组展开图

由于 60°相带绕组接法比 120°相带绕组接法时的端部短、用铜少和电气性能得到改善等一系列优点，因而在单相异步电动机定子绕组中得到日益广泛地使用。

4. 双层叠绕组的接法

单相异步电动机也可以采用双层叠绕组，如图 3-26 所示。双层叠绕组可以通过采用缩短极距的短距线圈，来有效地消除电动机主、辅绕组中的三次谐波和高次谐波。以及削弱磁场中的高次谐波，并减小绕组端接部分的漏抗。因此，双层叠绕组往往具有比单层叠绕组有较大的起动转矩和较高的满载功率因数。不过对于单相异步电动机来说，一般容量都小因而铁心尺寸也就小，采用双层叠绕组时嵌线较困难，所以双层叠绕组在单相异步电动机中的使用日渐减少。

5. 正弦绕组的接法

正弦绕组的线圈形状和绕组布置均与单层同心式绕组相似，因此，从绕组布置和联接的特点来说，正弦绕组也是单层同心式绕组的一种。根据电动机主、辅绕组所占槽数比例的不同，正弦绕组有多种类型的布置和接法，现分述如下。

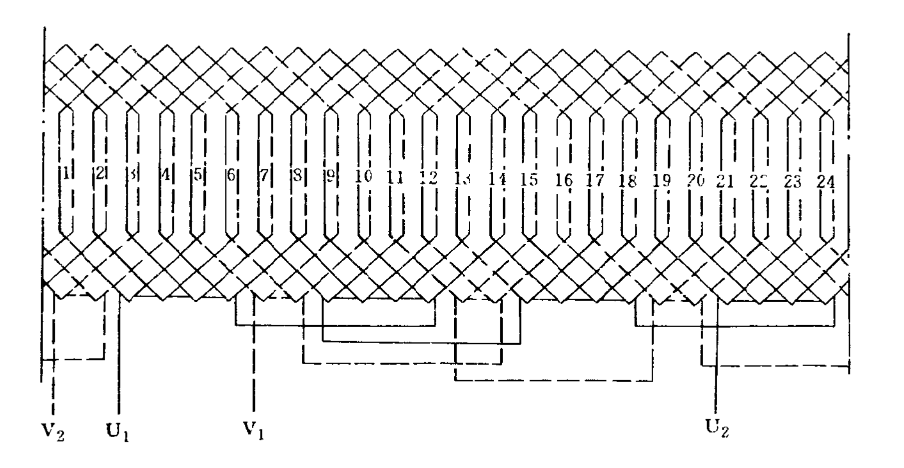


图 3-26　4 极 24 槽双层叠绕组展开图

(1)2∶2 正弦绕组接法　图 3-27 所示为 2 极 18 槽正弦绕组接线展开图，其主、辅绕组的极相组间采用显极联结。

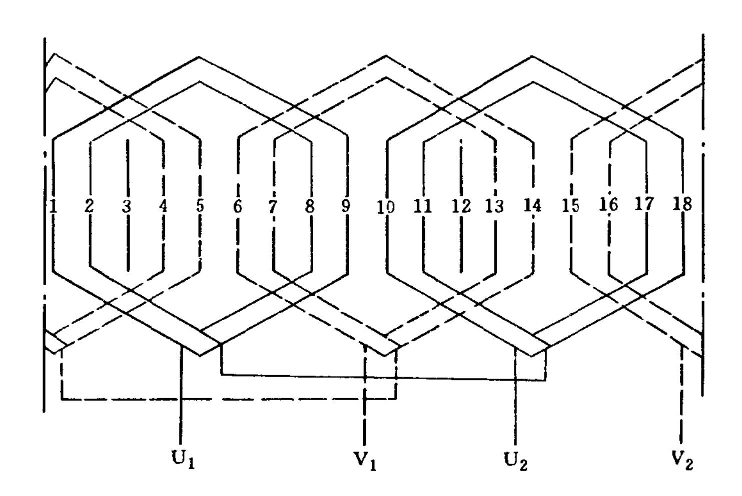


图 3-27　2∶2 正弦绕组接线展开图

(2)3∶3 正弦绕组接法　图 3-28a 所示为 2 极 12 槽正弦绕组接线展开图，其主、辅绕组的极相组间采用显极接法。

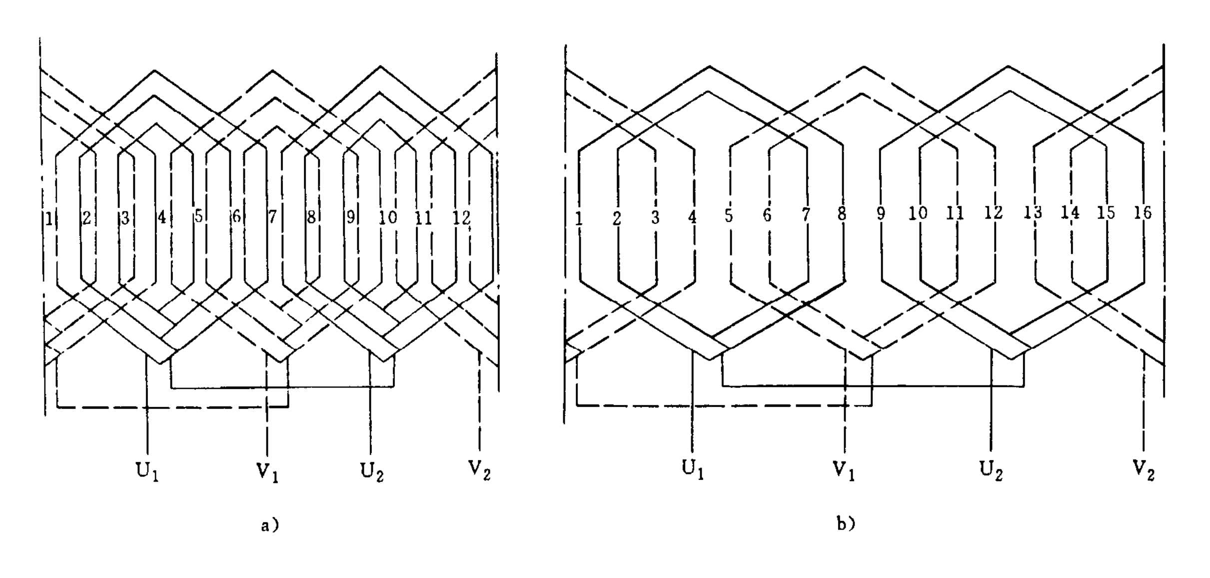


图 3-28　3：3 正弦绕组接线展开图

a)2 极 12 槽　b)2 极 16 槽

(3)3：3 正弦绕组接法　图 3-28b 所示为 2 极 16 槽正弦绕组接线展开图，其主、辅绕组的极相组间采用显极接法。

(4)5：5 正弦绕组接法　图 3-29 所示为 2 极 24 槽正弦绕组接线展开图，其主、辅绕组的极相组间采用显极联接。

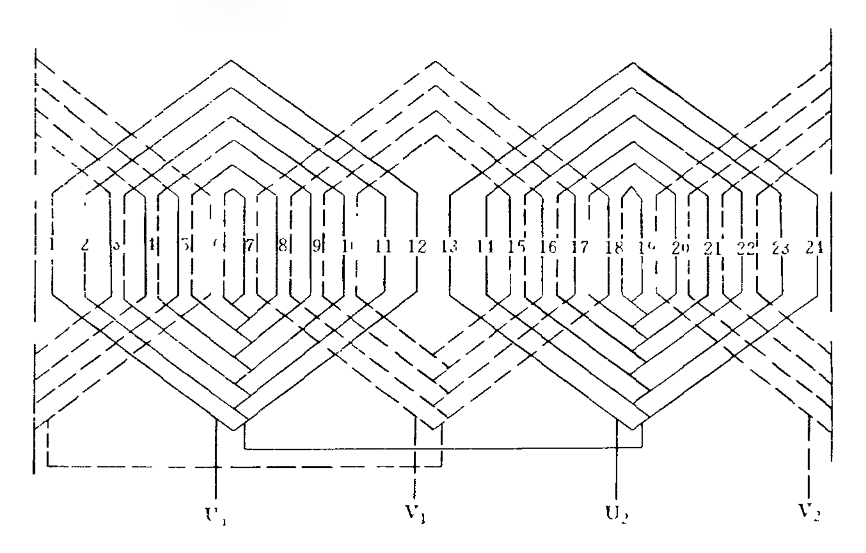


图 3-29　5：5 正弦绕组接线展开图

(5)6：4 正弦绕组接法　图 3-30 所示为 2 极 24 槽正弦绕组接线展开图，其主、辅绕组的极相组间采用显极联接。

(6)6：6 正弦绕组接法　图 3-31 所示为 2 极 24 槽正弦绕组接线展开图，其主、辅绕组的极相组间采用显极联接。

(7)2：1 正弦绕组接法　图 3-32a 所示为 4 极 12 槽正弦绕组接线展开图，其主、辅绕组的极相组间采用显极联接。

(8)2：1 正弦绕组接法　图 3-32b 所示为 4 极 16 槽正弦绕组接线展开图，其主、辅绕组的极相组间采用显极联接。

(9)2：2 正弦绕组接法　图 3-33 所示为 4 极 16 槽正弦绕组接线展开图，其主、辅绕组的极相组间采用显极联接。

(10)3：2 正弦绕组接法　图 3-34 所示为 4 极 24 槽正弦绕组接线展开图，其主、辅绕组的极相组间采用显极联接。

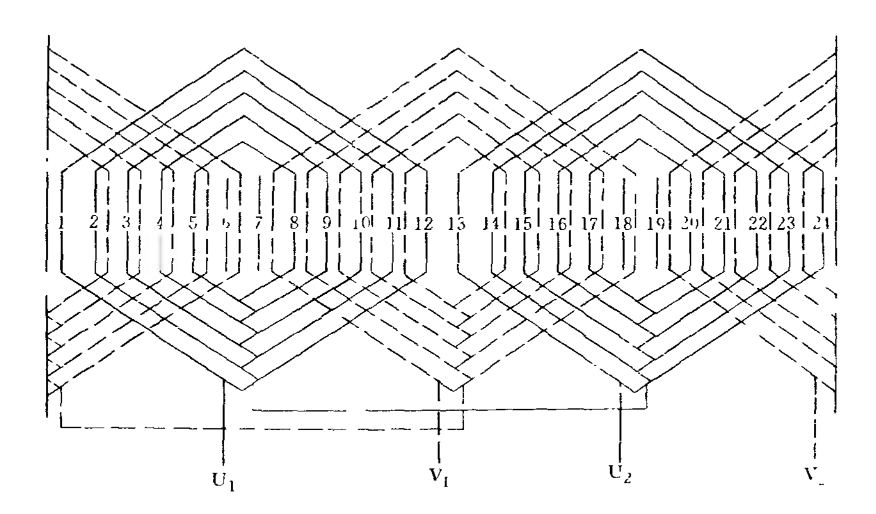


图 3-30　6∶4 正弦绕组接线展开图

图 3-31　6∶6 正弦绕组接线展开图

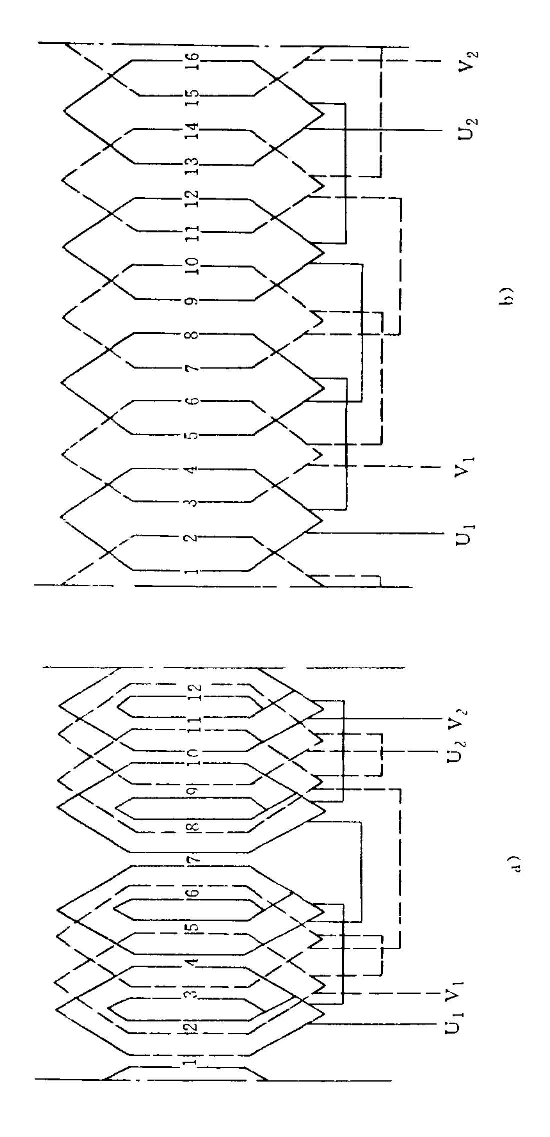


图 3-32　2：1 正弦绕组接线展开图

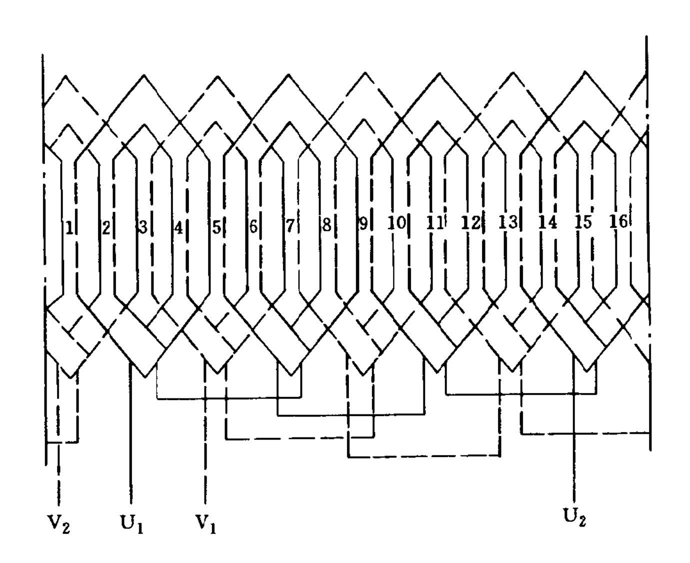


图 3-33　2∶2 正弦绕组接线展开图

图 3-34　3∶2 正弦绕组接线展开图

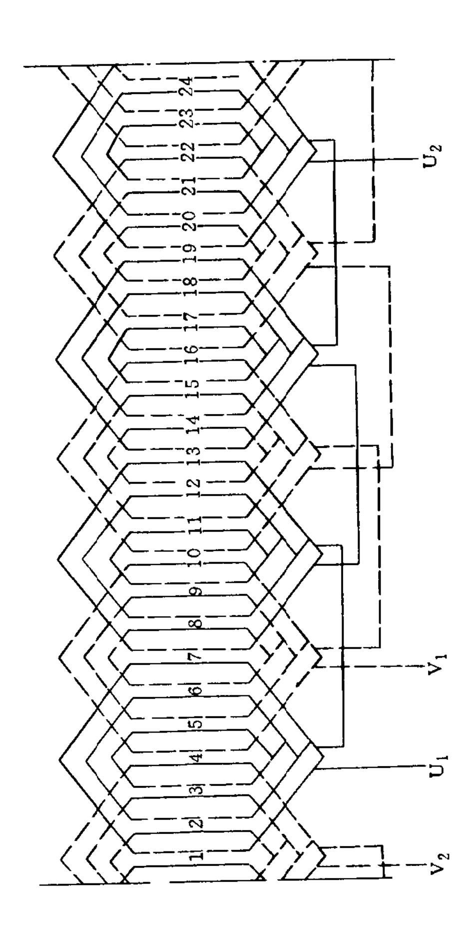


图 3-35　3：3 正弦绕组接线展开图

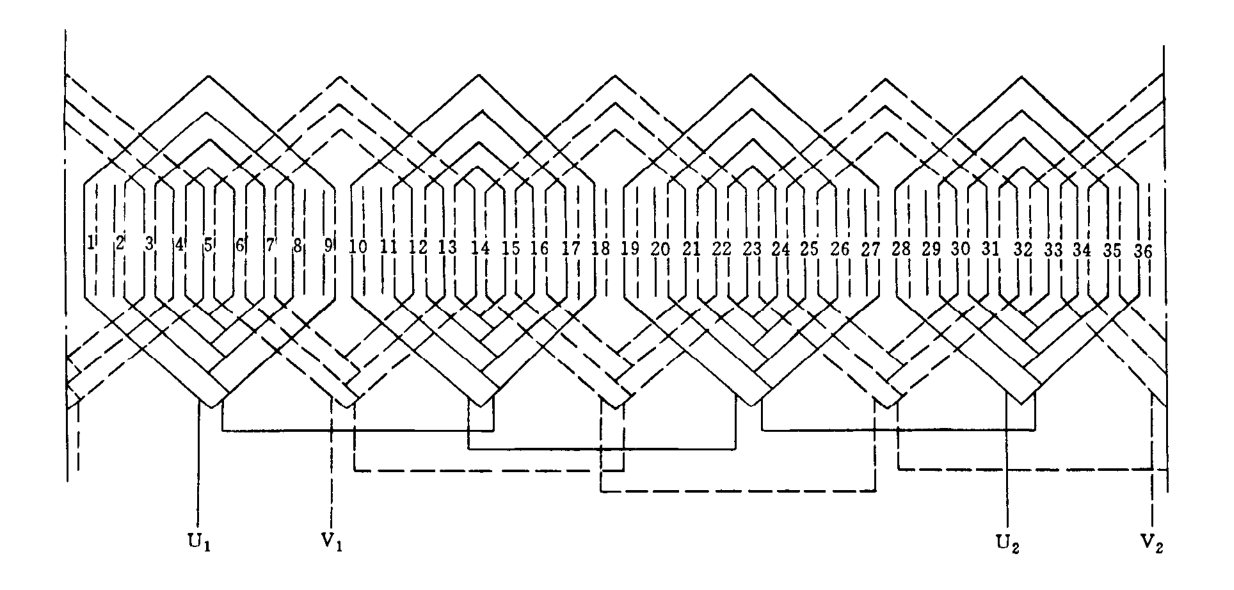


图 3-36　4∶2 正弦绕组接线展开图

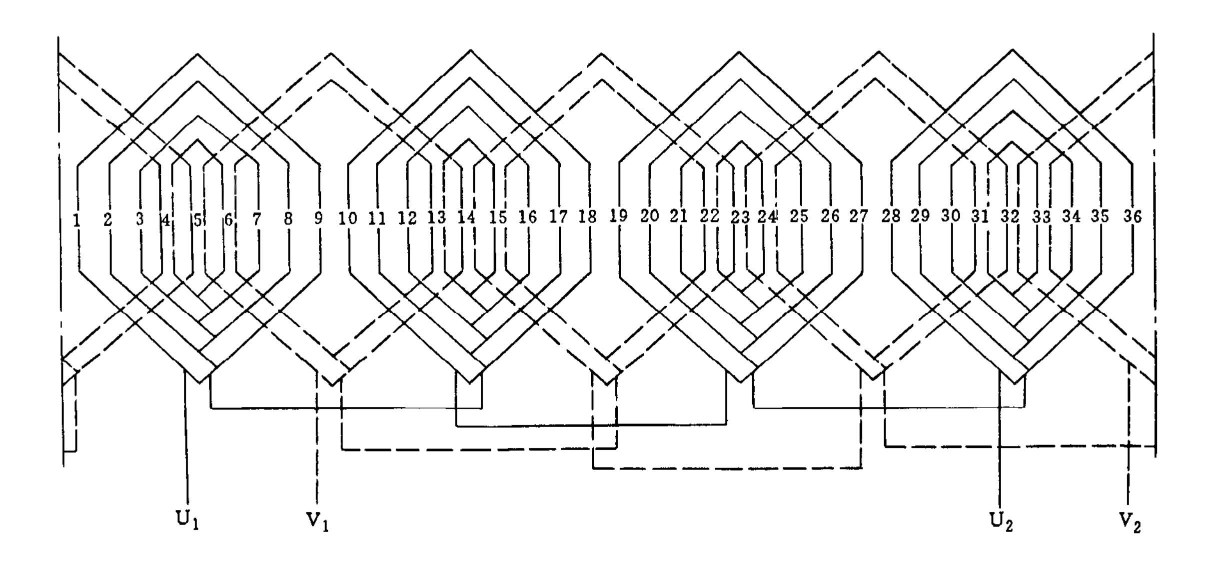


图 3-37　4：3 正弦绕组接线展开图

(11)3∶3 正弦绕组接法　图 3-35 所示为 4 极 24 槽正弦绕组接线展开图，其主、辅绕组的极相组间采用显极联接。

(12)4∶2 正弦绕组接法　图 3-36 所示为 4 极 36 槽正弦绕组接线展开图，其主、辅绕组的极相组间采用显极联接。

(13)4∶3 正弦绕组接法　图 3-37 所示为 4 极 36 槽正弦绕组接线展开图，其主、辅绕组的极相组间采用显极联接。

6. 集中式绕组的接法

集中式绕组主要用在罩极式异步电动机定子的凸极磁极上，它的一半线圈通过正向电流，另一半线圈通过反向电流，用以交替产生 N、S、N、S 磁极。其联接采用线圈的“头与头相接、尾与尾相联”的显极接法。如图 3-38 所示为 4 极集中式绕组接线展开图。

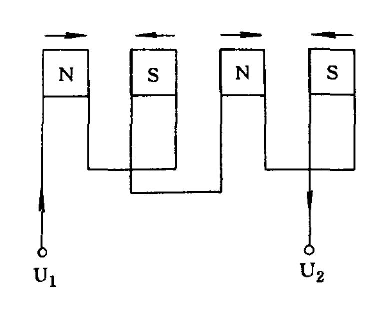


图 3-38　4 极集中式绕组接线展开图

3·4　三相异步电动机改单相运行的接法

在某些只有单相电源的地方，可以将小功率三相异步电动机的接线方式加以改变，作为单相电动机使用。三相异步电动机作单相运行时，这时电动机本身没有起动转矩，因而需要采取适当的措施，使电动机定子形成旋转磁场，从而产生起动转矩。同时还要尽可能提高电动机功率的利用率，并使电动机有较好的工作特性和较高的功率因数。

从前面单相异步电动机的工作原理中可以知道，在空间互差 90°电角度的两套绕组中通以电流时，它们所产生的磁场轴线在空间也互差 90°电角度。如通过这两套绕组的电流也具有一定的相位差，这时就能在定子铁心上形成一个两相旋转磁场，继而产生起动转矩，使电动机转动起来。因此，如将三相异步电动机中的任意两相绕组串接起来作为主绕组，另一相绕组串以适当的电容、电感或电阻作为辅助绕

组，将它们接到同一单相电源上，就会和单相异步电动机一样，形成一个两相旋转磁场，产生起动转矩，使电动机起动并正常运行。三相异步电动机改单相运行有多种接法，现分述如下：

1. 电感电容移相接法

电感电容移相接法的实质就是在电动机外部经过电感 L 和电容 C 的移相作用，将单相电源变换成三相对称电源后，再加于三相电动机上。因此，电动机产生的仍是一个三相旋转磁场，它的工作原理也就与三相供电时相同，只不过是以 220V 的单相电源取代了 380V 的电源而已。图 3-39 所示为采用电感电容移相Y联结原理接线图，图 3-40 所示为采用电感电容移相△联结原理接线图。

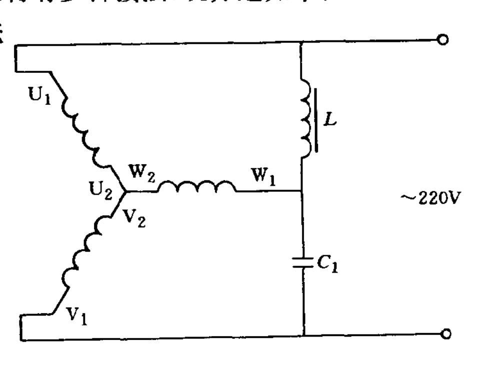


图 3-39　电感电容移相Y联结原理接线图

采用电感电容移相接法时，其最佳电感量 L 和最佳电容量 C_2 可按下式计算：

$$L=\frac{1}{\omega^2 C_P}=\frac{1.5U_e^2\times10^3}{S\omega\sin(60^\circ+\varphi)}(\text{mH}) \quad (3\text{-}10)$$

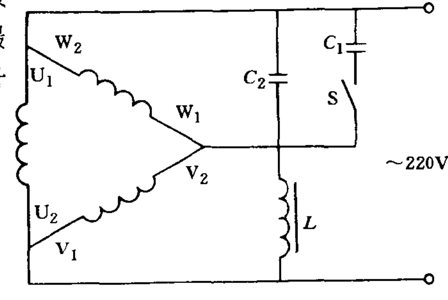


图 3-40　电感电容移相△联结原理接线图

$$C_P=\frac{0.67S\times\sin(60^\circ+\varphi)\times10^6}{\omega U_e^2}(\mu\text{F}) \quad (3\text{-}11)$$

式中　U_e——单相电源电压(V)；

φ——电动机功率因数角；

S——电动机输入端三相视在功率(VA)；

ω——角频率，$\omega=2\pi f$。

电感电容移相时只要电感值 L 和电容量 C_2 选配得当，就能维持电压对称，获得 220V 的三相对称电源。因而能使电动机在单相运行时得到和三相运行时同等的功率输出。其缺点是需要配置电容器和铁心电感，增加了成本和运行维护的工作量。

2. 电容移相接法

电容移相接法是三相异步电动机单相运行的最简便实用的方法，它不仅适用于定子绕组△联结的三相异步电动机，也能用于丫联结的三相异步电动机。图 3-41 所示为采用电容移相丫联结原理接线图，图 3-42 所示为采用电容移相△联结原理接线图。图中的 C_2 为工作电容，C_1 为起动电容，C_1 的作用是为了增大电动机的起动转矩。在起动时与工作电容 C_2 并联接入起动电容 C_1，当电动机起动至接近同步转速时，自动开关 S 将起动电容 C_1 从电路中切除。为减小起动电容 C_1 的电容量，在 C_1 的两端并联了电阻 R。同时，在 C_1 从电源中切除后，能迅速地向电阻 R 放电，以便电动机可以进行频繁的再起动。其工作电容 C_2 的电容量可按以下经验公式计算：

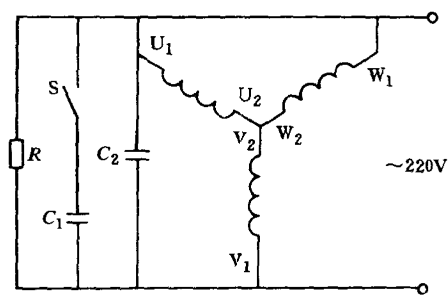


图 3-41　电容移相丫联结原理接线图

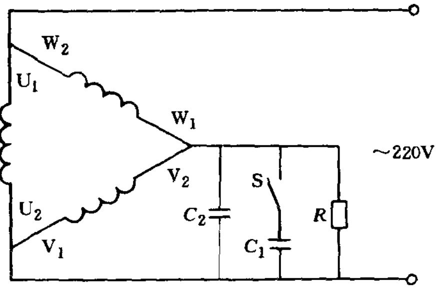


图 3-42　电容移相△联结原理接线图

$$C_P=\frac{1950\times I_N}{U_H\cos\varphi}(\mu\mathrm{F}) \tag{3-12}$$

式中　I_N——电动机铭牌上的额定电流；

U_H——电动机铭牌上的额定电压；

$\cos\varphi$——电动机的功率因数。

为保证电容器正常可靠地运行，其工作电压不得小于电动机工作电压的 1.25 倍，并采用纸质电容器。

3. 拉开丫联结

拉开丫联结只能用于 380V 的单相电源，这对于离三相电源较远的农村来说，很具实际意义。当农忙季节抗旱、排渍时，将 220V 照明线路中的零线改接在电力变压器的另一相线上，则得到 380V 电源。采用拉开丫联结的原理接线图如图 3-43 所示，图中 V 和 W 两相绕组串接构成主绕组，U 与电容器 C_2 串接作为辅绕组。为了提高电动机的起动转矩，并联起动电容器 C_1。当电动机起动后达到接近额定转速时，开关 S 即将起动电容器 C_1 从电路切除，仅留下工作电容 C_2 参与运行。电容器电容量可按下式计算。

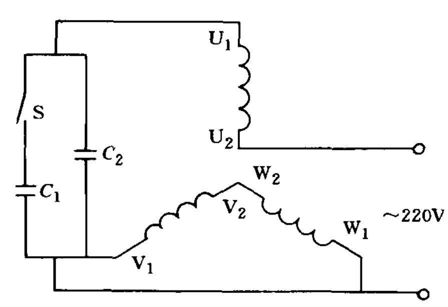


图 3-43　拉开丫联结原理接线图

$$C_P=\frac{I_N\times10^6}{44\times314}(\mu F) \qquad (3\text{-}13)$$

式中　I_N——三相电动机额定电流(A)。

起动电容器 C_1 可以这样估算：

$$C_1=(0.8\sim0.9)C_2$$

采用拉开丫联结用于单相电源时，能使电动机的输出功率达到三相运行时额定功率的 85%～95%。其使用的电容器应选近似值的标准电容器，电容器的耐压等级应选取 630V 的。

4. 拉开△联结

拉开△联结可适用于 220V 或 380V 的单相电源，图 3-44 所示为拉开△联结原理接线图。这种接法与拉开丫联结的基本原理

是相同的，但与拉开丫联结比较则有如下一些特点：

1）从图 3-44 可见，电动机中只有 U 一相绕组作为主绕组，V 和 W 两相绕组串接作为辅绕组。而在图 3-43 拉开丫联结中则是 U 和 V 两相构成主绕组，W 一相绕组作为辅助绕组。

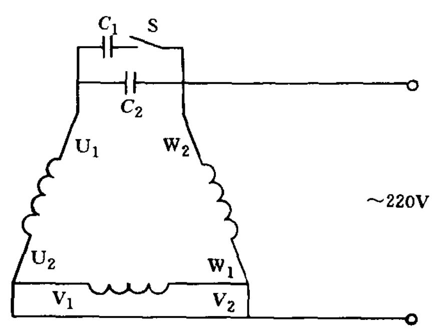


图 3-44　拉开△联结原理接线图

2）图 3-44 中，绕组 U_1 与绕组 V_1、W_1 构成一个自耦变压器。由于自耦变压器的升压作用，使得电容器 C_1 和 C_2 所承受的电压约为单相电源电压的 3 倍，因此需要选用比图 3-43 拉开丫联结具有更高工作电压的电容器。

3）如要电动机反转，只需将图 3-44 中辅助绕组的两端 W_2、V_1 对换或将主绕组的端头 U_1、U_2 对调即可。

4）图 3-43 所示拉开丫联结与图 3-44 所示拉开△联结比较，两种接法所需工作电容 C_2 的电容量大小相近，但拉开丫联结所需起动电容 C_1 要比拉开△联结大得多，达到 $C_1=(2\sim4)C_2$。

第4章　单相异步电动机的调速及反转

4·1　单相异步电动机的调速

单相异步电动机在医疗器械、办公设备、家用电器中得到广泛应用，众多的这些电器设备均对电动机的调速性能有着愈来愈高的要求。例如，多种速度、控制简便、节约电能等。目前，常用的单相异步电动机调速方法有以下几种：变极调速法；电抗器调速法；自耦变压器调速法；绕组抽头调速法；以及其它一些调速法。这些调速方法中，除变极调速是通过绕组显、庶极接法的变换，来改变电动机磁极对数进行调速外，其它各种方法都是利用单相异步电动机在负载转矩不变的情况下，调节定子绕组电压即能得到不同转速的特性，经过降低电压来实现调速的。近年来绕组抽头调速方法更是日益普遍地应用于各类单相异步电动机，下面将逐一介绍单相异步电动机的各种调速方法。

1. 变极调速接法

我们知道异步电动机的转速公式为：

$$n=n_1(1-s)=\frac{60f_1}{p}(1-s) \tag{4-1}$$

式中　n ——单相异步电动机转速；

n_1——同步转速；

s——单相异步电动机的转差率；

f_1——电源频率；

p——电动机极对数。

由此可见，只要想法改变绕组的极对数 p，就可以改变单相异步电动机的转速 n，极对数 p 愈多，则电动机转速愈低。反之，p 愈少则 n 愈高。

从前面我们知道，对于同一绕组，采用庶极接法时比显极接法的极对数多一倍。因此，在定子的一套绕组中应用显、庶极两种接法的变换，可以得到倍极比的两种转速。图 4-1 所示为显、庶极接法双速分相电动机接线示意图。从图中可以看出，当转换开关 S_1 接到图中实线位置时，电流经过主绕组后，相邻两极相组内的电流方向各不相同，这时电动机做 4 极运行。其磁场极性的排列如图 4-2 所示。

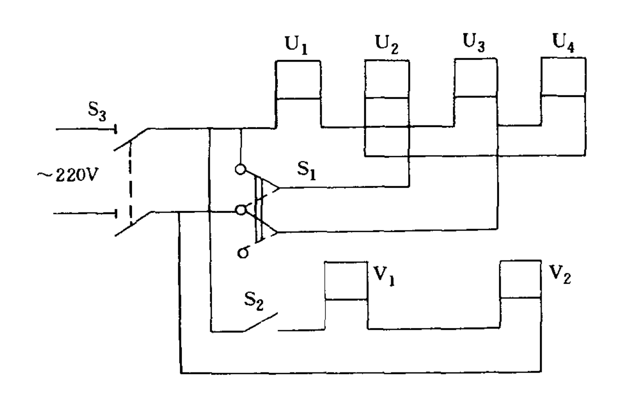


图 4-1　单相显、庶极双速接法接线示意图

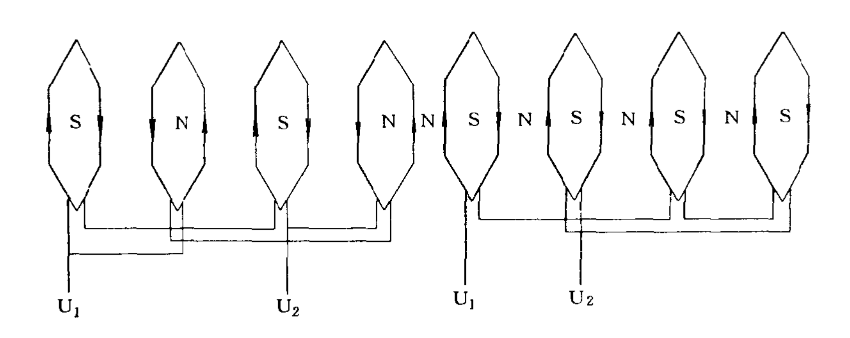


图 4-2　4 极运行时的磁场极性　　　图 4-3　8 极运行时的磁场极性

如将转换开关 S_1 转换到虚线位置时，则主绕组的各极相组具有相同的极性，这样，原来的两对磁极便由于庶极的作用而成为 4

对磁极，变为 8 极运行，其接线原理如图 4-3 所示。

2. 自耦变压器调速接法

利用自耦变压器的调压特性来直接降低主、辅绕组的电压，或者只降低主绕组的电压，均能对电动机进行调速。具体接线方法有以下三种。图 4-4 所示为主绕组降压调速；图 4-5 所示主、辅绕组同电压降压调速；图 4-6 所示为主、辅绕组异电压降压调速。

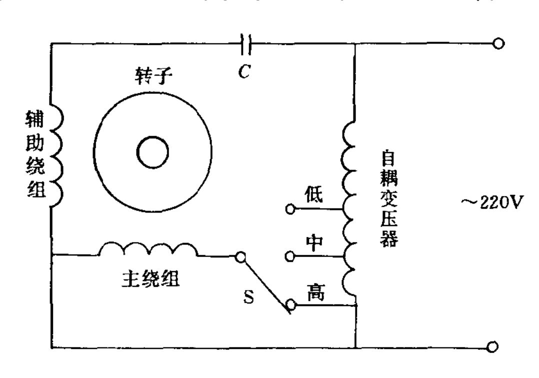


图 4-4　主绕组降压调速

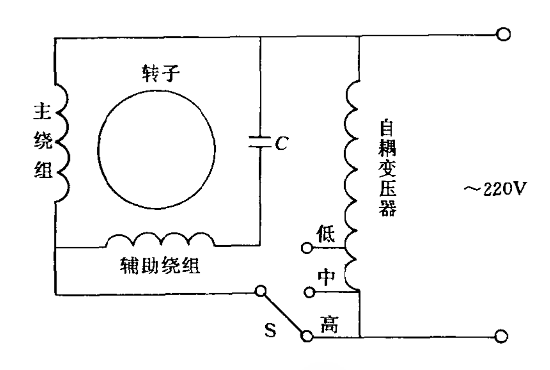


图 4-5　主、辅绕组同电压调速

3. 电抗器调速接法

将电抗器串接到电动机单相电源电路中，通过变换电抗器的线圈抽头来实现降压调速。图 4-7 所示为电抗器调速原理图，当调

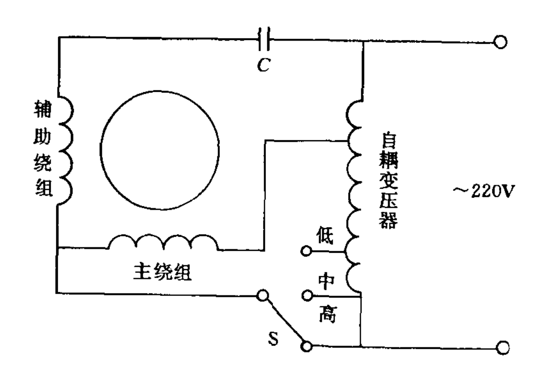


图 4-6 主、辅绕组副电压调速

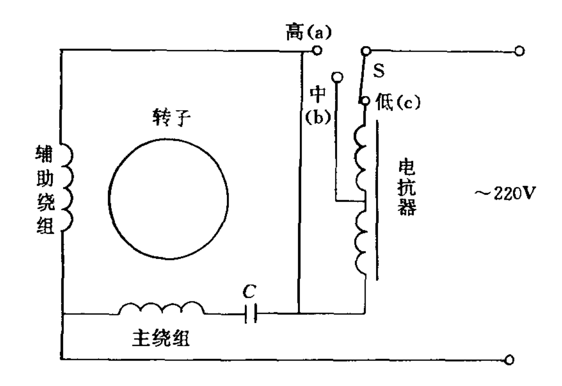


图 4-7 电抗器调速接线原理图

速开关 S 转到 C 点时，主绕组与电抗器 L 串接到电源上，电源电压的一部分将降落在电抗器 L 的 ac 段上，因而主绕组的工作电压降低了，主绕组产生的磁场减弱，电动机的转差率增大，转速显著降低。当调速开关 S 转到 a 点时，主绕组在额定电压下运行，转速达到最高速。调速开关转到 b 点时，此时的主绕组和辅助绕组的工作电压介于高速和低速之间，因而作中速运行。

4. 绕组抽头调速接法

电容运转电动机现已普遍采用定子绕组抽头调速的方法，应

用这种接法的电动机，其定子上除嵌放有主绕组和辅助绕组外，还有一套调速绕组。调速绕组可嵌于主绕组或辅助绕组同一槽中，由于辅助绕组一般线径均较细，故调速绕组通常嵌于辅助绕组同一槽内，使槽满率不致过高。通过改变调速绕组抽头的方法以改变主绕组的电压降及磁场强度，从而实现调速的。绕组抽头调速的接线方法很多，常用的有下列几种：

(1)L-1 型接法　接线原理如图 4-8 所示。在这种接法中，调

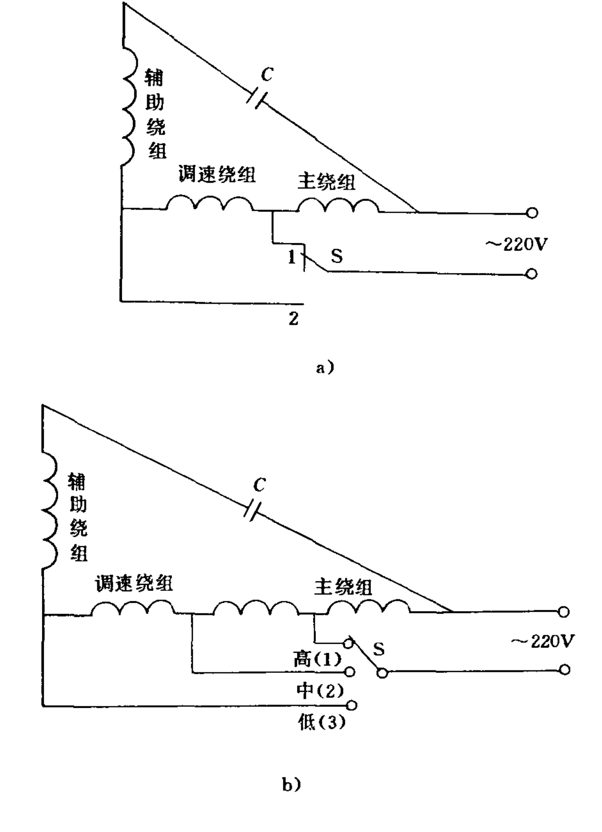


图 4-8　L-1 型的接线原理图

a）L-1 型两速接法　b）L-1 型三速接法

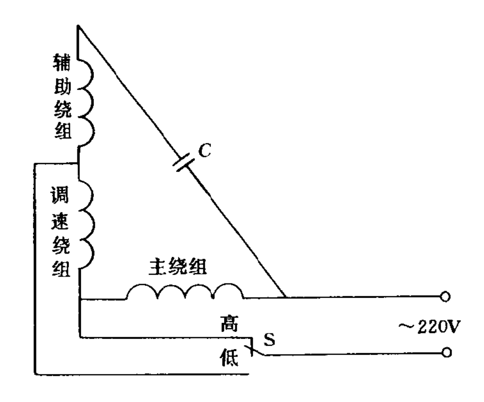
速绕组与主绕组串联后直接接于电源电压上。主绕组、调速绕组为同槽分布，因此，两绕组在空间上是同相位的。调速绕组嵌在主绕组的上面，其线径一般比主绕组小 20%～30%。从图 a 中可以看出，当调速开关 S 转至 1 号位置时，电动机高速运行。这时，调速绕组全部串接于辅助绕组中，主绕组直接承受电源电压，满足了两相对称运行的条件，磁场基本为圆形，运行性能较好。开关转至 2 号位置时，电动机中速运行，调速绕组一部分线匝串接入辅助绕组，余下部分线匝串接入主绕组，主绕组匝数增加，电压与磁通降低，磁场的椭圆度变大，使转矩、转速降低，达到调速的要求。低速运行时，开关 S 转到 3 号位置，此时，调速绕组全部串接入主绕组中，使磁场椭圆度更大，转速更低。图 4-8b 为三速时接线原理图。

这种接法的优点是，电动机的全部绕组在高、中、低三速运行时，均参与工作，故用铜量较省。其缺点是低速时效率低，不利于电能的充分利用。

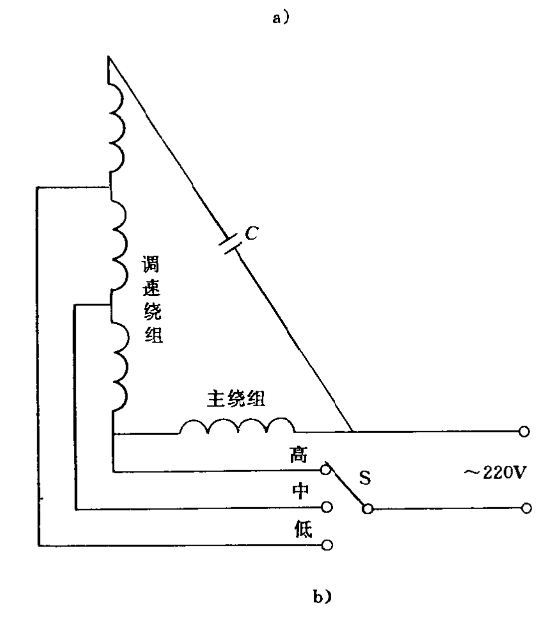
(2)L-2 型接法　接线原理如图 4-9a 所示，这种接法中，调速绕组与辅助绕组同槽分布，故它们在空间上同相位。同一槽内调速绕组嵌放在辅助绕组的上面，其线径一般均与辅助绕组相同。L-2 型接法的调速原理、运行性能及优、缺点，与 L-1 接法时相同。图 4-9b 为三速时接线原理图。

(3)T 型接法　接线原理如图 4-10 所示，调速绕组串接在主、辅助绕组并联的电路外面，对主、辅助绕组同时调压。通常是调速绕组与主绕组同槽分布，它们在空间上同相位。这种调速方法是以降低磁场强度为主，改变磁场椭圆度为辅的办法。与 L 形接法相比，电动机性能较好，电能利用合理。

(4)H 型接法　接线原理如图 4-11 所示，从图中可以看出，这种接法是将调速绕组与辅助绕组串接后，再并接在主绕组的抽头和电源之间。调速绕组与辅助绕组同槽分布，它们在空间上同相位。这种接法的调速原理为：使主绕组的上半部分，下半部分和辅助绕组 三个绕组之间，形成相差不一致的三个非对称相位差，改变调速



a)



b)

图 4-9　L-2 型接线原理图

a)　L-2 型双速接法

b)　L-2 型三速接法

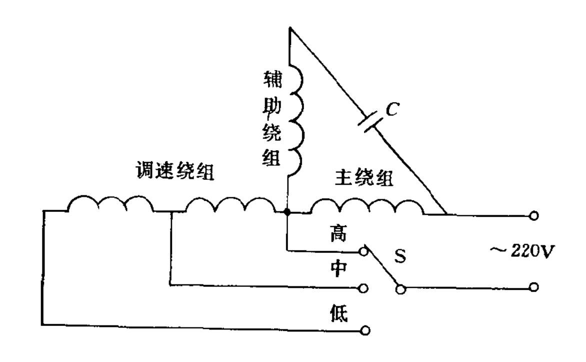


图 4-10　T 型接法接线原理图

绕组的抽头位置，就改变了三个绕组间的三个非对称相位差，也就相对地改变了电动机的旋转磁场强度，从而实现电动机的调速。

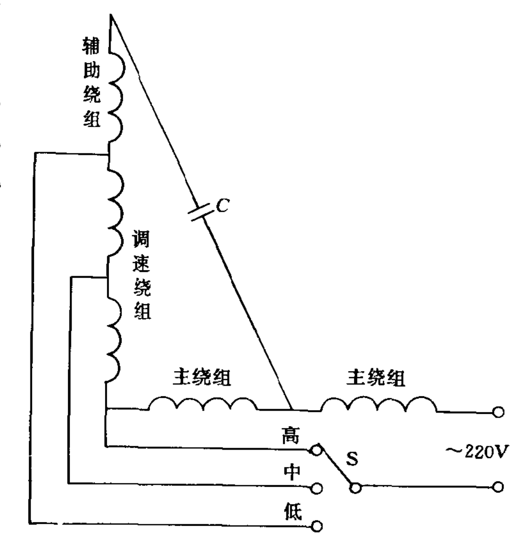


图 4-11　H 型接法接线原理图

绕组抽头调速的几种接法各有优劣、异同，其主要性能对比如下：

1)调速性能　以 L 型接法为最差。T 形接法变速效果较好，但在低速时，主、辅助绕组的电流之和通过调速绕组，将使其温升增加。

2)起动性能　L 型接法的低速起动性能较差，而 H 型接法的低速起动性则较好，T 型介于两者之间。H 型接法起动性能较好的原因有两个，其一是形成了三个非对称相位差，使单相电动机具有

三相电动机易起动的特点；其二是主绕组的上半部中的电流，总是等于流过其抽头上并联两绕组电流的和。当改变速度时，上半部主绕组中的电流变化较小。

3)电容耐压值　T 型和 H 型接法其电容上的电压降比 L 型接法电容上的电压降低，其中以 H 型接法电容上的电压降最低，因为电容是与辅助绕组串接后再串联上主绕组这一部分的，所以电容上的压降最低。L 型接法的电容耐压至少应选 400V 以上，而 H 型接法的电容只须选耐压 200V 的就可以了。电容器耐压值的高低较大的影响其价格。

5. 其它调速方法

绕组抽头调速除上述三型四种接法外，尚有其它几种。

(1)辅助绕组直接抽头调速法　为进一步简化结构，也有采用在定子辅助绕组直接抽头来进行调速的。图 4-12 所示即为这种接法的接线原理图，从图中可以看出，它没有调速绕组。

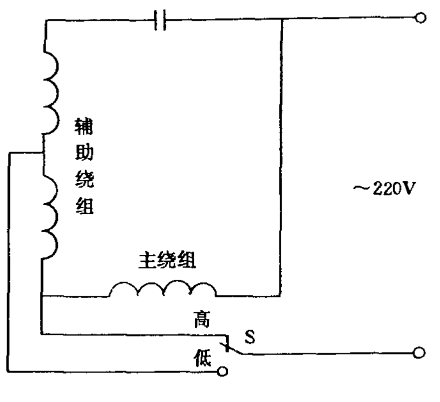


图 4-12　辅助绕组抽头调速接线原理图

(2)绕组串并联调速接法　这种接法是调速方法中新近出现的一种接法。它的优点是调速范围宽广、低速起动转矩较大、电动机效率较高，并且省去一个电抗器。将这种电动机装在风扇上，就是平时所称的节能风扇。

图 4-13 所示为这种接法的接线原理图，从图中可以看到，它是一种类似 L-1 型的主绕组调速接法。但它们主绕组和调速绕组的构成略有不同。当开关 1 和 4 闭合时，主绕组和调速绕组接成两条并联支路，这时电动机高速运行。而当开关 2 闭合时，调速绕组的一半串接入主绕组，这时电动机中速运行。当开关 3 闭合时，调速绕组和主绕组串联，这时电动机低速运行。可以看出，从高速档

到低速档，辅助绕组始终不变，外加电压也不变。

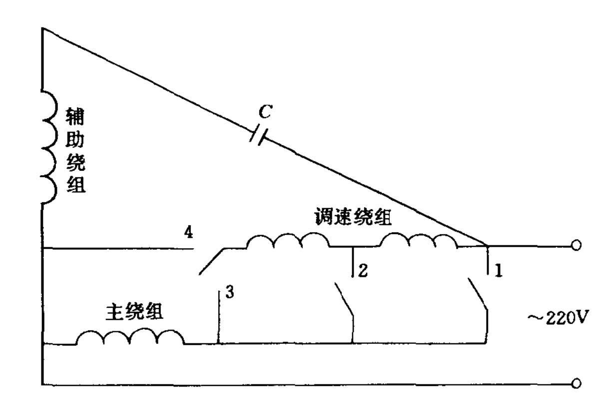


图 4-13　绕组串并联调速接法接线原理图

（3）电容器串、并联调速接法　图 4-14 所示为这种接法的接线原理图，高速时和一般接法相同。调速时，可将主、辅绕组串联，达到降压的作用。如将电容器并联在辅助绕组两端，对辅助绕组内电流起到移相作用，改变不同的电容量，即可得到不同的转速。如图所示，高速时，开关 S_1 与 S_2 处于图中位置；中速时，S_1 与 2 接通，S_2 转到 4 的位置；低速时，S_1 与 2 接通，S_2 转到 5 的位置（图中 $C_1<C_2$）。

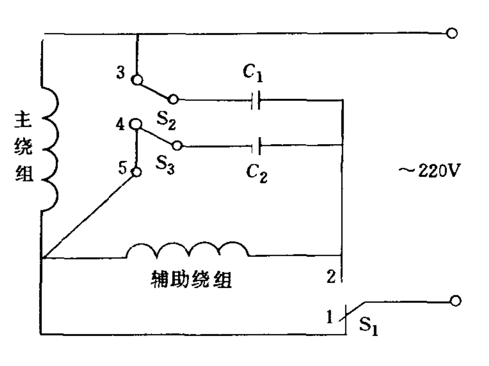


图 4-14　电容器串并联调速接线原理图

（4）晶闸管电子调速接法　晶闸管电子调速线路很多，图 4-15 为较简单经济的一种。从图中可以看出，通过调节移相元件 R_1 来调节 V 的导通角。当 R_1 的阻值小时，V 的导通角大，亦即线路电流大，电动机转速高。当 R_1 的阻值大时则结果相反。

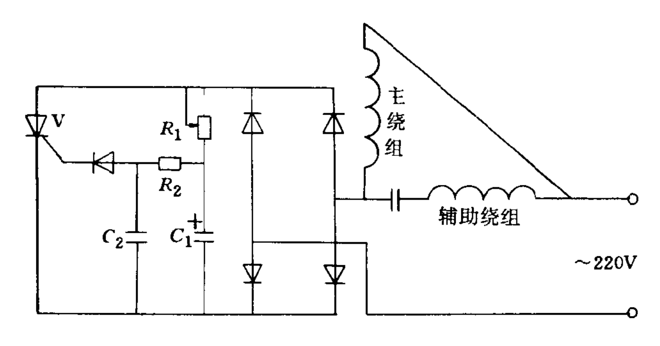


图 4-15　晶闸管电子调速线路图

4·2　单相异步电动机的反转

根据单相异步电动机的起动原理可知，如果要改变单相异步电动机的旋转方向，只须将辅助绕组或主绕组的两根接线端互换之后，分相式电动机和电容式电动机的旋转方向便可以倒过来。罩极式电动机的反转则麻烦些，下面分述这几种单相异步电动机反转方法。

1. 分相式电动机的反转

图 4-16 所示为分相式电动机反转的接线原理图，从图中可以看出，当转换开关 Q 在图中实线位置时，辅助绕组中的电流 i_A 超前主绕组中的电流 i_C 一个角度，这时，电动机作正向旋转。当转换开关 Q 投到图中虚线位置时，辅助绕组电流 i_A 方向改变了 180°，

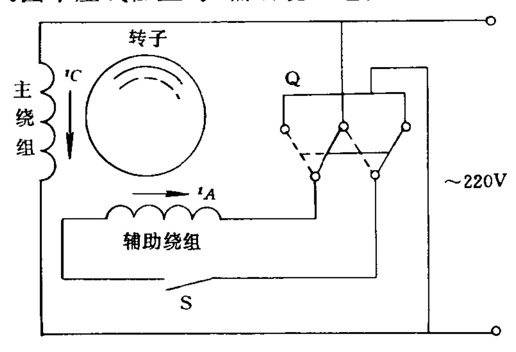


图 4-16　分相式电动机反转的接线原理图

使主绕组电流 i_C 导前于辅助绕组电流 i_A，从而使电动机反方向旋转。其电流向量图如图 4-17 所示。同理，如果改变主绕组的接线端，也可以实现电动机的反方向旋转。

2. 电容式电动机的反转

图 4-18 所示为电容运转式电动机正、反向旋转的接线原理图。从图中可以看出，当开关 Q 在图中实线位置时，辅助绕组电流 i_A 超前于主绕组电流 i_C，此时，电动机正方向旋转。当转换开关 Q 倒在图中虚线位置时，辅助绕组电流 i_A 的方向改变了 180°，至使主绕组电流 i_C 超前于辅助绕组 i_A，因而使电动机反方向旋转，其电流向量图参见图 4-17。

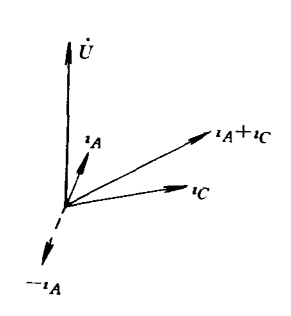


图 4-17 分相式电动机反转的电流向量图

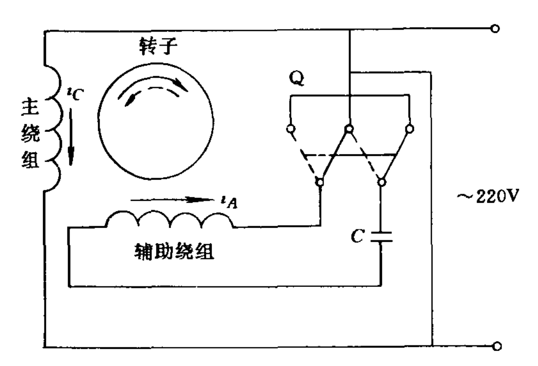


图 4-18 电容运转电动机反转接线原理图

3. 罩极式电动机的反转

罩极式电动机由于其定子结构和工作原理的不同，互换绕组接线端不能改变电动机的旋转方向。这是因为在罩极电动机中，是由于罩极的裂相作用，才使原来不具旋转性质的磁场变成了一个近似的旋转磁场，其旋转磁场轴线的移动方向是由磁极的未罩部

分转向罩极部分，它不以电流进入绕组的方向来决定其转向。改变罩极电动机的转向，通常有以下几种方法。

(1)集中磁极罩极式电动机的反转　将电动机的定子调头后再装进转子，这时因调头而使定子反转 180°，磁极的未罩部分与罩极部分的相对位置改变了，如图 4-19 所示，而电动机转子的旋转方向始终是由未罩部分转向罩极部分的。所以，当罩极电动机定子调头重装后，就可以改变它的旋转方向。

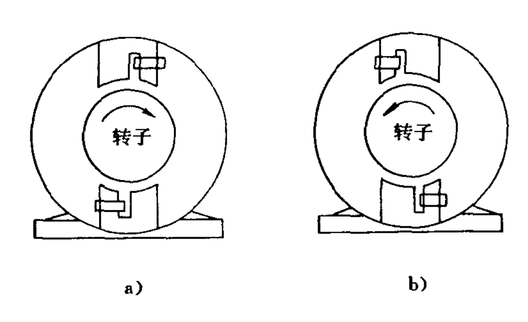


图 4-19　将定子调头装配来改变罩机电动机转向
a)调头前为顺时针方向旋转　b)调头装配后为反时针方向旋转

(2)分布绕组罩极电动机的反转　如图 4-20 所示，在电动机的定子槽中嵌放有一套分布式主绕组、两套分布式罩极绕组。罩极绕组和主绕组具有相同的极数。利用开关 Q 的转换作用，让两套罩极绕组交替地运用其中一套，就能使电动机作正、反向旋转。

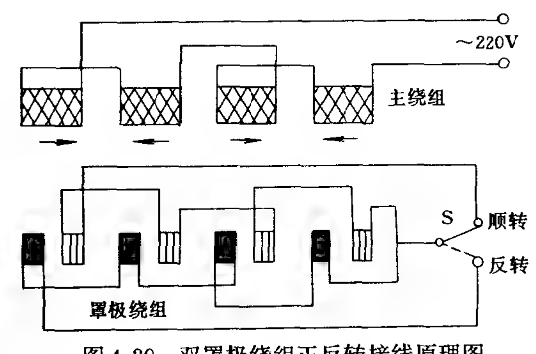


图 4-20　双罩极绕组正反转接线原理图

(3)双主绕组罩极电动机的反转　如图 4-21 所示，在电动机定子槽中嵌放有两套主绕组和一套罩极绕组。罩极绕组可以是一只铜环，也可以是线绕线圈。需要电动机作顺时针方向旋转时，只须将一套主绕组接入电路，另一套主绕组断开不用；当需要电动机反向旋转时，则将第二套主绕组接入电路，使第一套主绕组断开不用。图 4-22 所示为一台 4 极 12 槽罩极电动机，双主绕组和一套罩极绕组的绕组布置图。

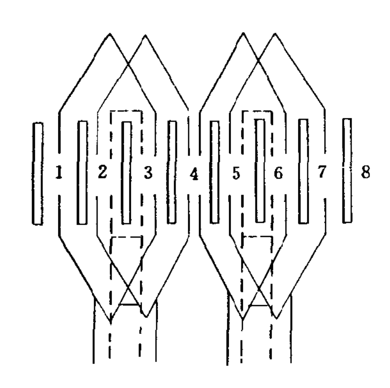


图 4-21　双主绕组在一个磁极内的分布图

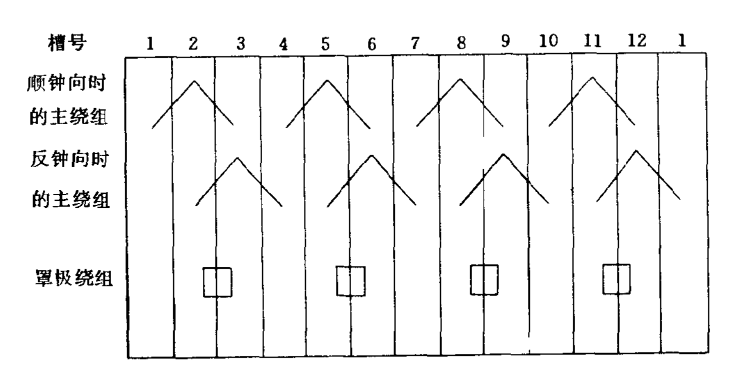


图 4-22　4 极 12 槽双主绕组的绕组分布图

第5章　单相异步电动机绕组、起动装置的故障及检修

5·1　定子绕组的故障及修理

定子绕组是单相异步电动机中，任务最繁重、结构最薄弱、最易受损造成故障的部件。定子绕组常见故障与检修方法主要有以下几个方面。

1. 绕组绝缘受潮

受过雨淋、水浸的电动机，或环境潮湿长期未用的电动机，其绕组绝缘均可能受潮。这类电动机在重新使用前，必须要用500V兆欧表检查绕组的绝缘电阻，主绕组、辅绕组、调速绕组对机壳的绝缘均要检测。如果主、辅、调几套绕组在定子内部没有串接在一起时，则在各套绕组的出线端之间也要检测。测得的绝缘电阻若小于0.5(MΩ)，则说明电动机绕组绝缘受潮严重，需要烘干处理以后才能使用。电动机绕组绝缘的加热烘干可用灯泡、电炉、电吹风和烘箱进行。有些电动机由于使用日久绕组绝缘老化，可在烘干后再浸漆处理一次，以增强其绝缘能力。

2. 绕组通地故障

电动机长期超载运行，将因温升过高而导致绝缘老化，或因受潮、腐蚀、定、转子相擦、机械损伤、制造工艺不良等，都有可能产生绕组通地故障。绕组通地时整个电动机都会带电，将使电气设备控制线路失控，时间久了还会因绕组局部过热而发展成短路，使电动机无法正常运行，甚至引起人身伤亡的严重事故。绕组发现通地故障，应立即停止使用进行检试修复。单相异步电动机绕组通地故障的检查有以下几种方法。

(1)外观检查　仔细目测电动机定子铁心内、外侧、槽口、绕组直线部分、端接部分，引出线端等，有无绝缘破损、烧焦、电弧痕迹

的现象，以及绝缘的烧焦气味。仔细观察找出故障处。

(2)兆欧表检查　对额定电压220V以下的单相异步电动机，可用500V兆欧表检测。测量时，兆欧表的火线接电动机绕组，另一根地线接电动机金属外壳，按照兆欧表规定的转速(通常为120r/min)转动手柄，如指针指零，表示绕组通地。当指针在零附近摇摆不定时，则说明它尚具有一定的电阻值。图5-1所示，用兆欧表检查绕组通地点。

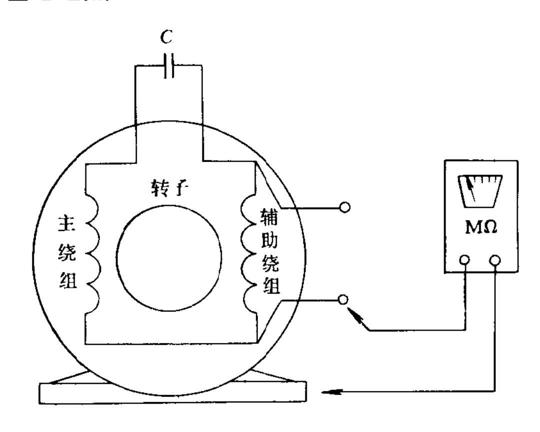


图5-1　用兆欧表检查绕组通地故障

(3)220V试灯检查　如没有兆欧表，可用220V电源串接灯泡进行检查，如图5-2所示。测试时，如灯泡发亮，表明绕组绝缘损坏已直接通地。这时可拆出端盖和转子，检查出绕组的通地故障点。采用这种方法要特别注意安全，以防触电。

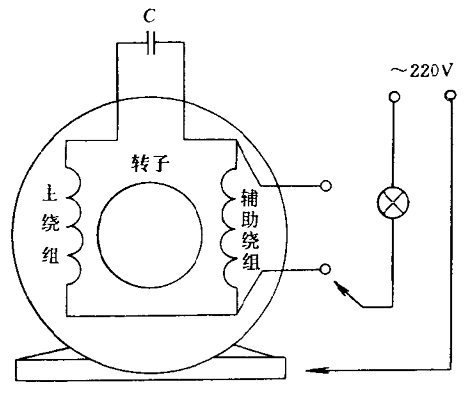


图5-2　用试灯检查绕组通地故障

(4)万用表检查　可用万用表R×10K档检测绕组接地故障。测量时,万用表的一根线接绕组接线端,另一根线接电动机外壳。如测出的电阻为零,则绕组已直接通地。测出有电阻数值时,则要根据经验分析判断电动机是受潮还是击穿故障。

(5)绕组通地故障的修理　用以上方法还不能找到通地故障点时,则故障可能出在槽内。这时,先要找出主绕组、辅助绕组、调速绕组中哪套绕组通地,然后再把该套绕组按分组淘汰的办法,逐极查出通地故障点。查出故障线圈后,根据具体情况作局部或重换绕组的处理。

3. 绕组短路故障

单相异步电动机由于起动装置失灵、电源电压波动大、机械碰撞、制造工艺差等,导致电动机电流过大,线圈绝缘损坏而产生短路。如不及时发现和检修,绕组将迅速发热,严重时甚至会烧毁。绕组短路及检查方法通常有以下几种。

(1)外观检查　绕组短路故障可分为匝间短路、线圈间短路、极相组间短路以及主、辅、调绕组间短路。发生短路时,由于短路线圈内产生很大的环流,使线圈迅速发热、冒烟、发出焦臭气味以及绝缘因高温变色。除一些轻微的匝间短路外,较严重的线圈间、极相组间、各套绕组间的短路,经仔细目测大多能找到故障点。

(2)空转检查　对于小功率的单相电动机的短路故障,如手头一时没有仪表,则可采取让电动机空载运转15～20min(如出现烧熔体、冒烟等异常情况时应立即停止运行),然后迅速拆开电动机两端的端盖,用手依次触摸绕组端部的各个线圈,对温度明显高于其它地方的线圈应仔细察看,直至找出故障点。这种方法很简便,但对轻微的匝间短路却难以收效。

(3)电桥表检查　先确定主绕组、辅助绕组、调速绕组中是哪套绕组短路,然后用电桥表逐一测量该套绕组各极相组的电阻值,其阻值明显比其它极相组小时,即可能为短路线圈。

(4)绕组短路故障的修理　如绕组绝缘未整体老化且短路绕组线圈的导线还没有烧坏,则可以局部修补,方法如下。

1)匝间短路的修理　这种故障均由于导线绝缘层破损而产生。此时,如槽绝缘受损较轻短路线匝数不多,就只需将短路线匝在端部剪断。使绕组加热变软,再用钳子将已坏的短路线匝从端部抽出,将原来的线圈依前接通,即可继续使用。抽出短路线匝时,注意不要碰坏相邻的完好线匝,以免扩大故障范围。

2)短路线圈的修理　整个线圈短路烧坏时,通常采用穿绕法修理。首先要将电动机的短路线圈两端剪断,使绕组加热变软,然后把剪断的线匝从槽内一根根抽出来,原来的槽绝缘不要拆除,另外加垫一层复合绝缘纸以加强槽绝缘。按原来的导线规格,线匝总长度(比原线圈匝数总长稍长些)选用导线,在槽内来回穿绕至原有匝数。将穿绕线圈整形联接后,淋上绝缘漆即可。

3)线圈间短路的修理　出现这种故障,多为绕嵌工艺的问题。往往是各个线圈与本极相组内的其它线圈过桥线处理不当,或是线圈嵌线方法不对,以至线圈间的线匝存在严重的交叉。整形时经猛烈的锤击,就很容易造成线圈间的短路。如短路故障点在绕组端部,则用复合绝缘纸垫好即可修复。

4)整个极相组短路的修理　这种故障主要是极相组间的联接线上绝缘套管未套至线圈的槽部,或绝缘套管已被压破所致,一般同心式绕组多发生此故障。修理这种故障时,可以将绕组加热使其变软。再用理线板撬开引线处,将绝缘套管重新套至接近槽口处,或用复合绝缘纸将短路处垫好,即可予以修复。

5)各套绕组间短路的修理　单相异步电动机主绕组、辅助绕组、调速绕组间,由于嵌绕时相间绝缘垫放不当,或长期超载运行至使温升过高绝缘老化破损,也可能形成短路故障。对这种故障的修理,首先仍要加热绕组使其变软,然后将故障点用埋线板撬开,垫入复合绝缘纸即可修复。

4. 绕组断路故障

绕组由于受机械碰撞、焊接不良、严重短路等原因,都可能使线圈产生断路故障。绕组断路的检查较容易,可以用兆欧表、万用表、电桥表或试灯检查。用万用表检查时,将开关转至电阻档,先从

电动机接线板查起，找出断相的是哪套绕组。然后采用分组淘汰的办法，拆开断相绕组测量各极相组电阻值，不通的即为断路极相组，最后找出断路线圈。断路故障点如发生在端部且相邻处绝缘完好，这时就只须重新联接和绝缘即可。假如断路发生在槽中，就必须采用穿绕法重换新线圈。

5. 绕组接错故障

从前面我们知道，单相异步电动机的定子绕组是根据电磁感应定律，按一定的规律、原则进行联接的。因此，我们一定要熟悉和掌握这些规律和原则，才能避免绕组的接线错误。绕组接错时，轻则形成不了完整的旋转磁场，造成起动困难、电流增大、噪声刺耳等现象。严重时甚至无法起动，并发出剧烈振动和吼声，电流急剧上升。如不及时关断电源，就将很快发热冒烟烧毁绕组。绕组接错的检查方法如下。

(1)外观检查法　对绕组的联接线进行外观的仔细检查、追踪，绕组接错的位置一般都能找出来，检查可按下述方法进行。

1)极相组内各线圈联接的检查　极相组内各个线圈通常采用多块线模一次绕成，线圈之间利用绕线时的过桥线串接一次绕出，故检查时只须注意线圈不要嵌“反”了，因为一旦嵌“反”则这个线圈内的电流方向将与极相组内其它线圈的电流方向也会相反，最终将削弱该极相组所产生的磁场强度。

2)显极接法的检查　对于采用显极接法的绕组，每套绕组各自按照“头与头相接、尾与尾相联”的接法，依据极相组出线端所套绝缘套管的走向逐一检查，只要仔细检查，接错之处一般是不难发现的。

3)庶极接法的检查　对于采用庶极接法的绕组，则每套绕组各自按照“头与尾相接、尾与头相联”的接法，依据极相组出线端所套绝缘套管的走向逐一检查即可。

4)主、辅绕组出线端位置检查　从前面我们知道，单相异步电动机的主、辅绕组是按照相差一个极相组交替布置的，即两套绕组相差 90°电角度。因此，主绕组和辅助绕组的出线端应在相邻的两

极相组内。调速绕组则与主绕组或辅助绕组同槽分布。依据这一点就可以方便地检查出它们出线端位置是否正确。

(2)指南针检查法　将3～6V的直流电源依次通入主、辅绕组内,用指南针沿定子铁心内圆表面移动,对各极相组逐一检查、如图5-3所示。如绕组接线正确则在主、辅绕组中,指南针经过相邻极相组时,所指示的磁极极性相反。当指南针在相邻两极相组显示相同极性时,即说明此处有极相组接反。如指南针经过某极相组其指向偏摆不定时,表示该极相组内有反接的线圈。用指南针法检查绕组的错接,迅速而准确,是电机修理中的实用方法。

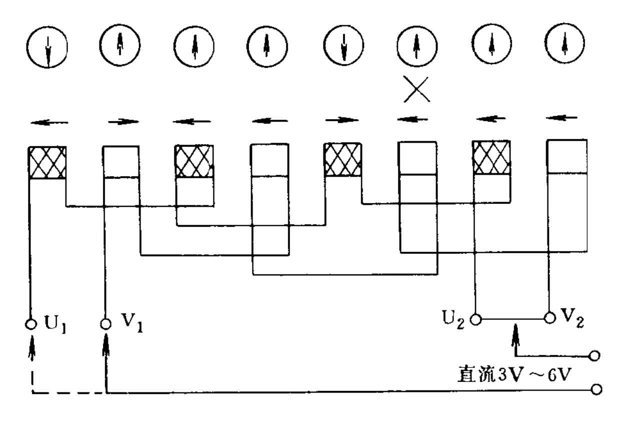


图5-3　指南针法检查绕组接线

5·2　笼型转子绕组的故障及检修

笼型转子绕组结构坚固 -般极少损坏,但因材料或制造工艺差、结构设计差,或起动频繁、操作不当、急促的正反转造成剧烈冲击等原因,也能导致转子损坏。笼型转子绕组导条断裂就是常见的故障。转子断条后,电动机转矩减小,负载运行时转速下降,起动困难,电磁噪声和振动增大。检查转子断条有以下几种方法。

1. 外观检查法

对防护式电动机,可在电动机起动时观察转子与定子之间的气隙处,如有火花出现则说明转子已产生断条现象。然后拆出转

子，仔细检查转子铁心表面和端环，看有无过热变色点或断裂处，有则多为断条所在。

2. 铁粉检查法

利用电磁原理在转子端环两端接入极低电压的电流，将铁粉撒在转子铁心表面上，逐渐升高电压，使转子铁心的磁场增强到能吸住铁粉为止。如转子铁心表面的铁粉按槽的方向整齐地排列，则说明笼型绕组没有断裂。若转子某槽不能粘住铁粉或所粘铁粉很少，便说明该槽导条断裂。

3. 短路侦察器检查法

用特制转子短路侦察器串联一只电流表，如图 5-4 所示。铁心的开口处要呈弧形，以吻合转子圆周表面。沿转子表面逐槽检查，如转到某槽时，电流表数值明显下降，则表明该槽产生了断路。

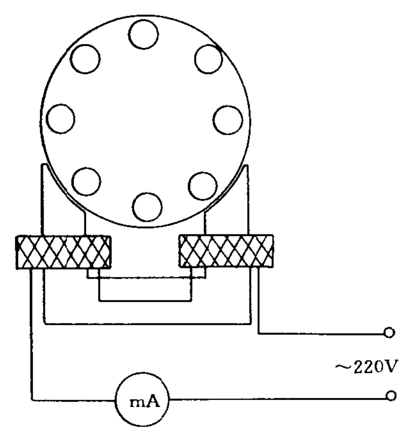


图 5-4　短路侦察器检查转子断条

4. 笼型绕组断条故障的修理

转子笼型绕组断条故障处检查出来后，可按以下几种方法进行修理。

1)如断条发生在端环或槽外其它明显部位时，可将裂纹凿出 V 形槽，用气焊修补。

2)如系个别铸铝笼条断条时，也可将断条钻掉，把槽清理干净，做一根与槽形相同的铝条打入槽内，再将铝条与端环用气焊焊牢即可。

3)如转子导条断裂较多，则应全部更换。先车去两端的端环，用夹具将铁心夹紧，以防铁心松散。然后将各槽换上比铁心稍长的紫铜条，在两端的槽口处将铜条朝同一方向打弯使其重叠，再用气焊焊成端环并车削平整即成。

5·3 起动装置的故障及修理

单相异步电动机需要一套辅助绕组帮助起动，电动机起动后，一般都由起动开关把辅助绕组切断，如果是电容起动和运转式单相电动机，也要利用起动开关把一部分起动电容切除。

起动装置的类型是多种多样的，主要分为机械式和电气式两大类。机械式是直接利用电动机转动产生的机械力来断开接点，如利用离心力断开接点的离心开关。电气式则是利用电磁力、电热原理使起动开关动作并断开接点，如电磁式继电器、热继电器等。

常用的起动装置要求在单相异步电动机接入电源后，转速达到75％～80％同步转速时，把辅助绕组自动从电路切除。所以，起动装置一定要工作可靠，如果在整个起动过程中不能断开起动绕组。也就是说起动绕组长时进入电动机运行状态的话，由于起动绕组线径小电流密度较高，这样就有可能使电动机辅助绕组烧毁。因此，起动装置对电动机的可靠运行是极为重要的，常见的起动装置故障及修理如下所述。

1. 离心开关的故障及修理

这种起动开关结构复杂，而且要装在电机端盖内侧，不便于检查维护。它在单相异步电动机中的使用日益减少，逐渐为其它型式的起动装置所取代。它的主要故障如下。

(1)离心开关短路　由于机械结构件磨损、变形、动静触头烧熔粘结、簧片式开关簧片过热失效、弹簧过硬、甩臂式开关的铜环极间绝缘击穿，以及电动机转速达不到同步转速的80％等原因，均使触点不能断开辅助绕组与电源的联接，造成离心开关短路而使辅助绕组发热烧坏。对这类故障的检查，可采取在辅助绕组线路中串入电流表的方法。运行时如仍有电流通过则说明离心开关的触头失灵未断开，这时应查清原因对症修复。

(2)离心开关断路　由于触头簧片过热失效、触头烧坏脱落、弹簧失效以至无足够张力使触头闭合、机械的机构卡死、动静触头接触不良、接线螺丝松动或线端断开、以及触头绝缘板断裂使触头

不能闭合等原因，都使离心开关在电动机起动时触点不能闭合。以至起动时辅助绕组未能接入电源，电动机将无法起动。断路故障可用电阻法检查，即用万用表测量辅助绕组引出线端的电阻，这时可测到几百欧的辅助绕组电阻。如阻值很大，说明起动回路有断路故障。若进一步检查，可拆开外盖直接测量辅助绕组电阻，如阻值正常则说明是离心开关故障。此时，应查清原因找出故障点予以修复。

2. 起动继电器的故障及修理

单相异步电动机用起动继电器有多种型式，其结构原理前面已作介绍。下面简述它们的常见故障及修理。

(1)继电器工作失灵　是指继电器不能准确完成特性规定的动作，至使电动机不能起动或绕组烧坏。造成继电器工作失灵的主要原因如下。

1)弹簧张力过大　这种情况发生在电流型继电器中时，其触点易跳火，甚至不闭合，造成电动机辅助绕组无电而不能起动。电压型及差动型继电器的常闭触点如不能断开，则辅助绕组长期接在电源上而易发热、烧坏。

2)弹簧张力失效　当复位弹簧失效后张力减少，对电流型继电器来说，电动机达到规定转速其触点仍不能断开，使辅助绕组因长时间通电而发热烧毁。对电压型及差动型继电器，则可能会引起触点接触不良，或电动机辅助绕组在低速时即过早脱离电源，从而造成起动困难。

3)参数改变　单相电动机起动继电器的工作特性是根据电动机起动特性来调整的，如重绕修理时，电动机绕组的电压、线径、匝数等参数改变后，将与原继电器不匹配，容易引起工作失灵。同理，如继电器线圈重绕时参数改变，也会产生与电动机不匹配的现象而造成工作失灵。

(2)继电器触头烧坏　这种故障可能形成触点脱落断路或粘结短路现象，从而危及电动机不能起动或辅助绕组发热烧毁。产生故障的原因主要如下。

1)弹簧调节不当　弹簧张力调整过大或过小，均有可能使触头跳火而造成烧蚀或粘结。

2)触头接地　触头座绝缘损坏导至触头接地，也会烧坏触头。

3)辅助绕组短路　这时辅助绕组中会产生大的短路电流，使触头过载而损坏。

(3)线圈故障　线圈发生故障的主要原因如下。

1)匝间短路　由于绕圈绕嵌质量差，或使用中严重受潮，则容易引起线圈匝间短路故障。

2)主绕组短路　电动机主绕组如发生严重短路，其强大的短路电流可能导致继电器电流线圈烧毁。同时，随着辅助绕组中反电势的增加，电压线圈也可能因过电压而损坏。

对继电器故障的修理，应分清情况查出原因，找到故障处予以修复。弹簧、触点等关键件，经检查如失效、烧蚀，则应及时更换，避免严重事故的发生。

3. 电容器的故障及检查

电容器是单相电容式电动机不可缺少的一个重要元件，由于采用了电容器移相，单相起动式、运转式、起动运转式电动机才获得了优良的起动和运转特性。在小功率单相异步电动机中，用电容器移相的电容式电动机的数量很多，因此有必要对电容器作一些介绍。

(1)电容器的类型　单相电容式电动机用的电容器，按它的结构和类型分类如下。

1)纸介电容器　它是用两片金属薄膜长条，中间隔了一层或数层腊纸作为介质。将金属薄膜条片卷成筒放入金属容器内，从金属薄膜片上引出两根接线端供接线用。

2)油浸电容器　这种电容器作为介质的绝缘纸是用油浸过的，紧密卷成筒后放入装有绝缘油的金属容器内，这样可以增加电容器的绝缘强度·也有利于散热。

3)电解电容器　其结构特点与上述电容器不同，它的结构和工作原理是这样的，一个极板是为高纯度(99.95%以上)的铝箔制

成，并经过化学腐蚀使铝箔表面起伏不平，从而增大极板的有效面积。电容器的工作介质是在铝金属表面利用化学方法生成的一层极薄的氧化膜。电容器的另一个极板不是金属，而是称为电糊的电解质。将电糊状电解液浸附在薄纸上，其引线借助于另一个铝箔，作为电容器的一个极。把铝箔与浸有电解质的薄纸叠起来并卷成圆柱形，密封在金属外壳中而成。将两个极板的接线引出来，并标上“+”和“-”极性。

前面的两种电容器由于不是用电解质作介质，所以没有正、负极性之分，故这种电容器适合于长期工作在交流电路之中。而电解质电容器由于有正、负极性，如果将电容器加上反向的电压，则电容器很容易击穿而损坏。所以这种有极性的电解电容器用在交流电路时，其通电时间要在几秒钟以内，而且重复的次数不能太频繁，否则极易损坏。在相同电容量下电解质电容器价格则要便宜得多。

电容器的容量单位是“法拉”，简称“法”，用符号 F 表示。但这个单位太大，日常经常使用的为“微法”。1 法 $=1\times10^6$ 微法(即 $1F=1\times10^6\mu F$)。单相电容电动机的电容器容量一般均不大于 $150\mu F$。选用电容器除了注意其电容量和额定电压应满足要求外，还要按不同的用途，需要以及经济性来选用。例如，仅做起动用的电容器，由于它带电时间短，便可以选用价格较便宜的电解电容器。

(2)电容器的故障　电容器经过长期的使用或存放，均会使电容器的质量受到一定影响而引起故障，常见的故障有以下几种。

1)过电压击穿　电动机如长期工作在超过额定值的过高电压下，使电容器的绝缘介质被击穿而发生短路或断路。

2)电容量消失　电解质电容器经长期使用或长期放置在干燥高温的地方，则可能因其电解质干结而电容量自然消失。

3)电容器断路　电容器经长期使用或保管不当，至使引线、引线端头等受潮腐蚀、霉烂，引起接触不良或断路故障。

电容器如出现上述故障，将影响单相电容电动机的正常工作

或无法工作，严重的还可能烧毁电动机绕组。因此，发现问题就要进行故障分析，仔细检查予以修复。如发现电容式电动机出力不够时，则可检查电容器的容量是否符合要求。当电动机起动不起来时，则可以检查电容器是否断路或短路。

(3)电容器的检查　电容器常用的检查方法有以下几种。

1)电容器的容量检查　检查电容器容量时，可将被测电容接入 50Hz 交流电路中，测量出通过电容器两端的电压和电流，如图 5-5 所示，此时可由下式算出电容器的电容量：

$$C=\frac{I}{2\pi fU}\times 10^{6}(\mu F) \tag{5-1}$$

式中　U——电容器两端外加试验电压(V)；

I——电容电路中的电流(A)；

f——试验电源频率(Hz)。

2)伏安法检查电容器的断路和短路　用图 5-5 所示检查电容器容量的线路也可以检查电容器的断路和短路故障，因为断路时电流表的读数为零，而短路时则电压表的读数为零。但是这时必须在电路中串入一个熔体，以保护电路中的仪表。

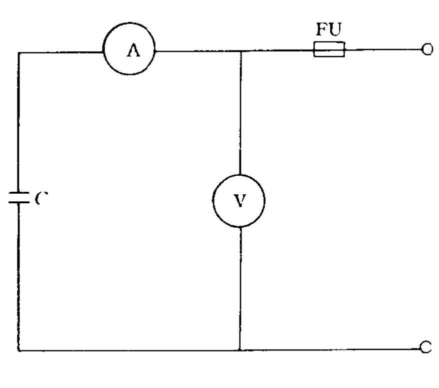


图 5-5　电容器电压　电流表检测法

3)万用表检查电容器断路和短路　将万用表转到 10kΩ 或 1kΩ 档，为确保安全，先将电容器的残余电量放光，然后再测量电容器的故障。测量时，用万用表测电容器两极之间的电阻，若阻值很大，即表针不动且无充放电现象，则为线端与极片脱离的断路故障。若电阻极小且表针不返回者则是极间短路。

当电容器损坏后，电容式单相异步电动机的起动电容器和运

行电容器的电容值，虽然也可以通过较为繁复的方法算出来，但算出来的电容值还得在电动机的试运行中验证和调整。因此，最简便可靠的方法是仍按厂家所配电容器的规格进行更换。如原来所配电容器遗失，则可参照同类型的电动机选用电容器。

对于电容起动式电动机，为了获得较大的起动转矩，电容器的电容量可适当选大些。对CO、JY系列单相电容起动式电动机，其起动电容值可按表5-1、表5-2所列数值选取。

表5-1　CO系列电容起动式电动机电容值

电动机功率(W)	120	180		250	370	550	750
极　　数	2、4	2	4	2、4	2、4	2、4	2、4
起动电容值(μF)	75	75	100	100	100	150	200

表5-2　JY系列电容起动式电动机电容值

电动机功率(W)	180		250		400		600	800	
极　　数	2	4	2	4	2	4	4	4	
起动电容值(μF)	150	150	150	200	200	200	400	400	

电容运转式电动机中，运行电容器的电容量不可选得过大，否则，虽有较大的起动转矩，但却影响电动机的运行性能。对DO、JX系列电容运转式电动机，其运行电容器的电容值可按表5-3、表5-4所列数值选取。

表5-3　DO系列电容运转式电动机电容值

电动机功率(W)	8	15		25		40		60		90		120		180	
极　　数	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
运行电容量(μF)	1	1	1	1	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6

表5-4　JX系列电容运转式电动机电容值

电动机功率(W)	4	8		15		25		40		60		90
极　　数	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
运行电容量(μF)	1	0.75	1	1	1.5	1.5	2.5	2	6	6	8	10

第6章　单相串励电动机绕组的修理

单相串励电动机具有转速高、体积小、效率高、重量轻、起动转矩大、调速方便等优点，因而大量地应用于电动工具、家用电器、小型车床、化工、医疗等方面。如电锤、手电钻、电动扳手、吸尘机、地板打腊机、电动缝纫机、高速离心机、电动剃须刀等，均使用功率大小不一的单相串励电动机作动力。

单相串励电动机的主要缺点是噪声、振动和电磁干扰均比较大。

6·1　单相串励电动机的工作原理

单相串励电动机的工作原理是建立在直流串励电动机基础上的，所以单相串励电动机的工作原理，完全可以用直流串励电动机的有关原理解释。为此，我们先简要地叙述一下直流串励电动机的工作原理。

1. 直流串励电动机的工作原理

直流串励电动机的工作原理如图6-1a所示，从图中可以看出直流串励电动机的励磁绕组与电枢绕组是串联的。若按图6-1a所示的直流电源极性接通电动机后，根据励磁绕组产生主磁通 Φ 的方向和电枢绕组的电流方向，利

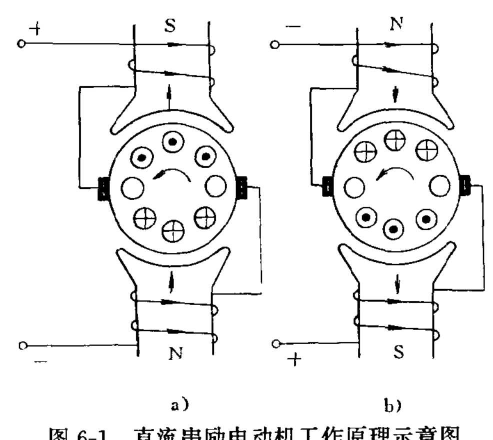


图6-1　直流串励电动机工作原理示意图

用电动机左手定则便可确定，电枢将按逆时针方向旋转。由于电刷和换向器的换向作用，使电动机在旋转时，位于一定极性磁场下的电枢导体内流过的电流方向保持不变。因此，电枢的旋转方向也保持不变，而继续沿逆时针方向旋转。

若将图 6-1a 所示的电动机所接的直流电源方向（极性）反接时，就成为图 6-1b 所示的情形。直流电源反接后，虽然电源极性改变，但由于励磁绕组与电枢绕组是串联的，因而主磁通 Φ 的方向和电枢绕组内电流方向同时改变。根据电动机左手定则可知，主磁通和电枢电流同时改变方向时，电枢的旋转方向则保持不变。

2. 单相串励电动机的工作原理

如果将上述直流串励电动机改接到交流电源上，这时，虽然电源极性反复不断地变化，但电枢的旋转方向都能始终保持不变。其情况如图 6-2 所示。所以单相串励电动机就是运行在单相电源上的直流串励电动机，只不过它们的设计参数不同而已。这也就是单相交、直流两用串励电动机的基本工作原理。

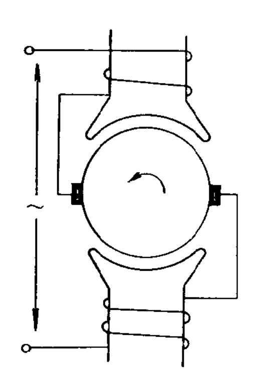


图 6-2　单相串励电动机工作原理示意图

由上述可知，串励电动机的旋转方向是由主磁通方向和电枢电流方向共同决定的。因此，要改变电动机的旋转方向，只需改变主磁通定子励磁绕组电流或电枢电流中任意一个的方向即可。不过绝大多数的单相串励电动机都是单向旋转的，双向旋转的极为少见。

由于单相串励电动机都制成两极，因而其转速 n 为：

$$n=\frac{60E}{\Phi W}\quad (\mathrm{r/min}) \tag{6-1}$$

式中　E——感应电动势（V）；

Φ——磁通（Wb）；

W——电枢绕组总导体数。

根据上式可知，可以改变磁通或导体数来获得所需的转速，如 Φ 越大、W 越多，则转速 n 越低，反之就越高。

单相串励电动机的转速每分钟可高达 2 万转，一般均为 4 千转到 1 万转，当转速低于 4 千转时，电动机的各项性能就比较差了。

3. 单相串励电动机的型号及名牌数据

（1）产品型号　单相串励电动机按照其使用电源的不同，可分为单相交流串励电动机，它适用于单相交流电源的地方；以及交、直流两用串励电动机（也称为通用电动机），它既能用于单相交流电源，也能用于直流电源。

1）单相串励电动机　U 型及 G 型是单相串励电动机的老产品，现在仍有生产。新系列单相串励电动机是 G 系列，它是根据一机部部颁标准 JB1135—70G 而生产的新系列标准产品，已代替以前使用的 U 型及 G 型产品。

G 系列单相串励电动机为开启扇冷式，机壳用钢板拉制而成。功率有 8、15、25、40、60、90、120、180、250、370、550、750W 共 12 个等级，转速分为 4000、6000、8000、12000r/min4 个级别，由这 12 个功率等级和 4 级转速，组成 38 个不同规格的电动机。G 系列电动机是以电机转轴中心到底脚平面的距离—即中心高来表示机座号的，共分 4 个不同的机座号，这 4 个机座号的具体代号是 36、45、56、71。每一个机座号，均有三种不同长度的铁心，用铁心代号 1、2、3 表示。

U 型、G 型和 G 系列单相串励电动机，主要是为单相交流电源设计的，当用于直流电源时，其输出功率及额定转速均会有所提高。此外还有专门设计成交、直流两用的 SU 型串励电动机。这种型号的电动机在结构上和单相串励电动机类似，但设计成无论在交流或直流电压下运行，都具有相同的额定转速。

2）电动工具用交、直流两用串励电动机　大多数电动工具都

是采用交、直流两用串励电动机来作为动力头的。因此，下面对电动工具用交、直流两用串励电动机作一简要介绍。

J1Z 系列电钻是一代老产品，该类产品成熟、质量稳定。附录 B-18 为它的技术数据。我国 1966 年对电动工具用串励电动机进行统一设计，定型生产了 DT 系列电动工具用串励电动机，附录 B-19 为该系列电动机的技术数据。1974 年我国又对电动工具用交、直流两用串励电动机再次进行统 -设计。它的主要性能及电磁数据见附录 20。从附录中可以看出，以 3～5 种类型的标准冲片能制出多种规格的电动机，而绝大多数电动工具都将以这些规格的单相串励电动机来作为它的动力头，因而大大加强了通用性，方便了制造、维护和修理。

（2） 铭牌数据　电机设计时根据技术条件的要求，同时规定了电机正常运行时的工作状态，如正常运行时所能承受的电压、电流、温升等，这些数值称为额定值，均标称在电动机的名牌上。单相串励电动机的额定值有额定功率、电压、电流、转速、温升、频率等，与其它单相电动机大同小异，下面仅就具有不同特点的几个额定值谈谈。

1）额定功率　一般用途的单相串励电动机铭牌上标明的额定功率，与其它电动机一样，都是指其转轴上所输出的机械功率。

不过电动工具却不同，电动工具的铭牌上有时也标明电动机的额定功率。但这时铭牌上的额定功率却不是指电动机所输出的机械功率，而是指电动机的输入功率。之所以这样是因为电动工具与单一的串励电动机不同，此时，电动机已被整体设计在电动工具中。已成为电动工具的一个部件，其负载已经固定。因此，把电动机所能输出的功率标在铭牌上作用不大了。而将输入的电功率作为额定值标明在铭牌上，则可以说明耗电量的大小，这却是用户很关心的主要性能之一。

2）额定转速　同其它电动机一样，对一般单相串励电动机来说，铭牌上所标明的额定转速是指电动机的满载转速。我们知道串励电动机的空载转速远比满载转速高，因此在一般情况下，单

相串励电动机不允许在额定电压时空载运行。否则，电动机转速将上升到极高的危险值，导至电机因此而损坏。对于几十 W 以下的小容量单相串励电动机则又当别论，因为这时由于电动机本身的损耗相对较大，相当于电动机已经带上了一个负载，故可以在额定电压下空载运行。对电动工具而言，铭牌上标明的额定转速，可能是满载转速也可能是空载转速，要视产品而异，我们在看产品铭牌时这一点必须注意。一般情况下电动工具都是断续使用的，电动机经常在空载下运行，为了防止转速过高、噪声过大，空载转速应加以限制。

3）额定温升　单相串励电动机采用的是 E 级绝缘，按照标准，E 级绝缘容许的温升为 75℃。即在此温升下正常运行，E 级绝缘的使用期限约为 15～20 年左右，一般电机均遵守这个规定。但电动工具用单相串励电动机却是个例外，因为电动工具的损坏主要是由于机械、振动、冲击、制动等因素所引起。它的使用寿命较短，一般在断续使用条件下，使用时间累计相加有 1500h 左右就已很满意了。此指标远低于通用电机的使用寿命，因此，适当提高绕组温升，从绝缘老化的角度来看使用寿命是完全允许的。

6·2　单相串励电动机的结构

单相串励电动机的构造与小功率直流电动机相似，它主要由定子、电枢和电刷架等部件所组成。

1. 定子部分

定子由定子铁心和绕组构成。为减小涡流损耗，单相串励电动机的定子铁心由 0.5mm 厚的硅钢片叠装而成。定子铁心内嵌入绕组，以组成完整的定子。

单相串励电动机的定子上装有励磁绕组，功率大于几百 W 的电动机还另装有补偿绕组和换向绕组。容量很小的一种单相串励电动机的定子冲片如图 6-3 所示，它用 0.5mm 硅钢片叠装后，再用空心铆钉铆接而成定子铁心。定子为凸极式，采用集中式励磁绕组。这种电动机的特点是既没有换向极，也没有补偿极，它的

最大容量不过数百瓦。主要用于各种电动工具，如手电钻、电锤及家用电器中。单相串励电动机的功率小于200W一般制成2极，功率大于200W时一般制成4极。

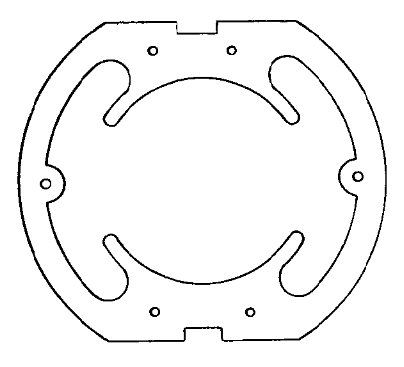


图6-3 单相串励电动机定子冲片

2. 电枢部分

电枢是单相串励电动机的旋转部分，它由转轴、铁心、电枢绕组和换向器等组成，冷却风扇也固定在电枢的转轴上。电枢铁心用0.5mm厚的硅钢片沿轴向叠装后，将转轴压入其中。电枢铁心冲片的槽形一般均为半闭口槽，在槽内嵌有电枢绕组。电枢绕组各线圈元件的首、尾线端与换向器的换向片相焊接，构成一个闭合的整体绕组，单相串励电动机的电枢冲片如图6-4所示。为了简化工艺，电枢铁心的槽一般做成与转轴的轴线平行，如图6-5a所示。也可以叠装成斜槽形式，即槽与转轴轴线间有一个夹角，如图6-5b所示。斜槽结构虽然在工艺上较为复杂，但它可以使磁极极面与电枢铁心间的磁阻变化较小，从而起到减弱电动机运行时噪声的作用。

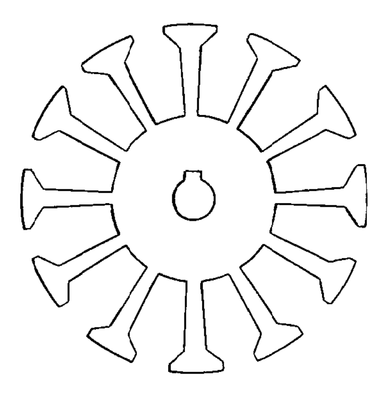
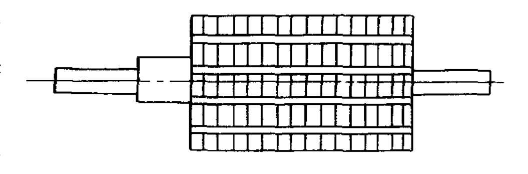


图6-4 单相串励电动机电枢冲片

单相串励电动机电枢上的换向器结构与直流电动机中的换向器相同，它是由许多换向片围抱而成的。换向片间则用云母片绝缘。换向铜片加工成楔形，各换向铜片下部的两端有V形槽，在两端的槽里压制塑料，使各换向片紧固成一整体，并使转轴与换

向器相互绝缘。这样的机械和绝缘结构，可以承受高速旋转时所产生的离心力而不变形。电动工具中，单相串励电动机采用的换向器一般有半塑料换向器和全塑料换向器两种结构。全塑料换向器就是在换向铜片之间采用耐弧塑料绝缘的换向器。



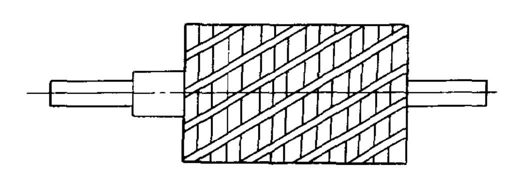


图 6-5 电枢铁心直槽与斜槽结构示意图

a）直槽式 b）斜槽式

3. 电刷架部分

电刷架一般用胶木粉压制底板，它由刷握和盘式弹簧组成。单相串励电动机的刷握按其结构型式，可分为管式和盒式两大类。目前，国内单相串励电动机的刷握结构大部分采用如图 6-6 所示的盒式结构。盒式结构的刷握具有结构简单、加工容易和调节方便的优点，特别适合于需要移动电刷位置以改善换向的场合。盒式刷握的缺点是刚性差、变形大，不适应于转速高、振动大的电机中。

图 6-7 所示为管式结构刷握，管式结构具有可靠耐用等优点，它恰好能弥补盒式结构的不足之处。但是管式结构刷握的加工工艺要求较高，而且外形也较难安排。

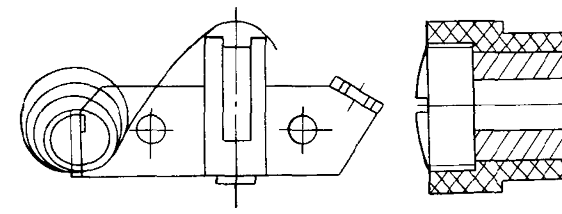


图 6-6 盒式刷握结构图

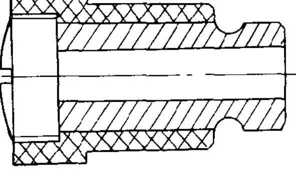


图 6-7 管式刷握结构图

电刷也是单相串励电动机的一个重要附件，它不但担负电枢与外电路的联通，而且还与换向器配合共同完成电动机的换向工作。因此，电刷与换向器组成了单相串励电动机薄弱而又重要的环节，电刷与换向器之间不但有较大的机械磨损和机械振动，而且在配合不当时还将产生严重火花。故电刷是良好运行的保证。

电刷的选择，主要是根据电刷的温升和换向器的圆周速度而定。而电刷的温升则与电刷的电流密度、电刷与换向器的接触电压降、机械损耗以及电刷的导热性有关。而圆周速度过高则容易引起电刷和换向器发热，使火花增大。此外，在选择电刷时，还要考虑电刷的硬度和磨损性能等因素的影响。电动工具中的单相串励电动机采用的电刷多为 DS 型电化石墨电壁，其规格及技术性能见表 6-1。

表 6-1　DS 型电化石墨电刷的技术性能及工作条件

型　号		DS-4	DS-8	DS 52	DS-72
电阻系数(分接触法)($\Omega\cdot mm^2/m$)		6～16	31～50	12～52	10～16
压入法硬度(N/mm^2)		30～90	220～240	120～240	50～100
一对电刷的接触电压降(V)		1.6～2.4	1.9～2.9	2～3.2	2.4～3.4
摩擦系数不大于		0.2	0.25	0.23	0.25
50h 磨损不大于(mm)		0.25	0.15	0.15	0.2
工作条件	额定电流密度(A/cm^2)	12	10	12	12
	允许圆周速度(r/min)	40	40	50	70
	电刷压力(N/cm^2)	1.5～2.0	2.0～4.0	2.0～2.5	1.5～2.0

4. 绝缘结构

单相串励电动机的绝缘结构与一般中小型电机大体相似，表 6-2 即为单相串励电动机常用的绝缘方式。

如没有环氧无溶剂漆，可用 6440 环氧聚脂酚醛漆代替浸渍转子。定子浸渍则可用 1032 三聚氰铵醇酸漆代替。

用在电动工具中的单相串励电动机，为了保证操作安全，必

表 6-2　单相串励电动机绝缘结构

电　磁　线	QZ2 高强度聚脂漆包线
槽　绝　缘	0.15 聚脂薄膜青壳纸复合绝缘
浸　渍　漆	环氧无溶剂漆
浸 渍 次 数	滴浸(或浸渍两次)

须采用双重绝缘结构，用符号回表示。所谓双重绝缘就是除了工作绝缘之外，定子和转子还要加上一层保护性绝缘，以防止漏电而触电。采用热塑性聚碳酸酯塑料制成的机壳，就可以作为定子的保护性绝缘。如果机壳为铝合金制成，则可在机壳与铁心之间加 3mm 厚的塑料绝缘衬套，来作为定子的保护性绝缘。至于转子，可在轴孔与转轴之间注入 4330 玻璃纤维压塑料，来作为保护性绝缘。也可用增强尼龙 1010 塑料，或塑料风扇将轴齿段与铁心轴段接在一起，以阻断电枢与工作部分的电气联接，来构成转子的保护性绝缘。

6·3　单相串励电动机的绕组及其接法

单相串励电动机的定、转子铁心上都嵌放有绕组，它们各自按不同的接法先联接起来，然后定子绕组和电枢绕组串接起来后接入电源。下面将分别简述它们的常用接法。

1. 定子绕组的接法

单相串励电动机的定子嵌置有励磁绕组，功率较大的电动机还加装有换向绕组和补偿绕组。励磁绕组用来产生主磁场，它大多采用集中式绕组。换向绕组嵌装在换向极上，它用来改善电动机的换向。补偿绕组是用来抵消电枢反应的，以改善电动机的换向条件和运行性能。在电动工具和家用电器中应用的单相串励电动机一般都

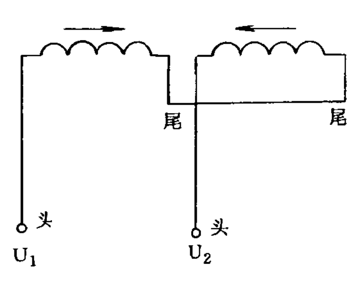


图 6-8　励磁绕组的联接

只设置励磁绕组，这主要是因为它们的功率都比较小。图 6-8 所示为单相串励电动机励磁绕组的接法，图 6-9 所示为带换向极绕组的串励电动机接法。从图中可以看出，它们均采用显极接法"头与头相接、尾与尾相联"的法则进行联接。

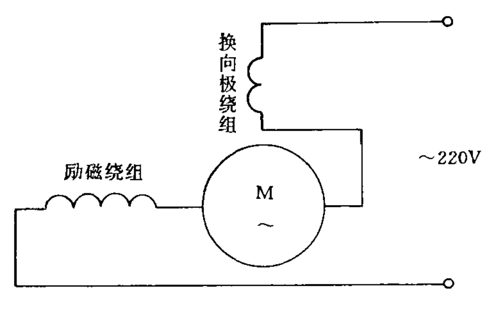


图 6 9　带换向极绕组的联接示意图

2. 电枢绕组的接法

与直流电机的电枢绕组一样，单相串励电动机电枢绕组的线圈有两种不同接法的绕组，即叠绕组和波绕组。图 6-10 所示为单叠绕组的联接，这种绕组的特点是每一线圈元件的头和尾分别接在相邻两换向片上，各线圈元件顺序串联相互重叠，故称为叠绕组。图 6 11 所示单波绕组的联接，从图中可以看出，相邻联接的两个线圈元件成波浪形，所以称为波绕组。这两种绕组性能上最大区别是并联支路数的不同，叠绕组的并联支路数等于磁极数．而波绕组的并联支路数则不论极数多少永远等于 2。对两极电动机而言，不论是叠绕组或波绕组，其并联支路数都为 2，随便采用哪种绕组其性能都一样。但实用中的 2 极电动机都采用叠绕组，由于小功率单相串励电动机绝大多数为 2 极，因此，下面我们将只介绍单叠绕组的接法。要了解电枢绕组的联接，必须先知道构成绕组的几种绕组节距及其含意。从图 6-10、图 6-11 中可以看出单叠

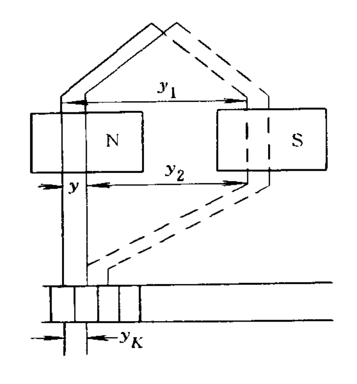


图 6-10　电枢单叠绕组的联接

绕组和单波绕组存在以下四种绕组节距。

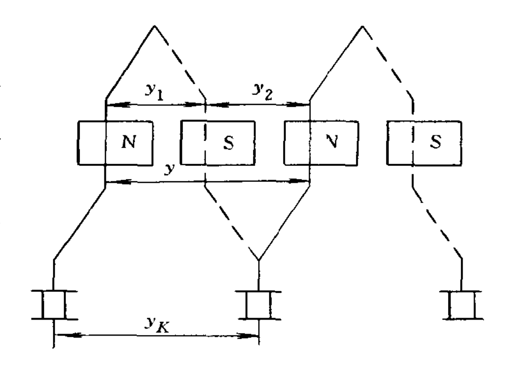


图 6-11　电枢单波绕组的联接

（1）第一节距　也称后节距，一般用 y_1 来表示。它是指一个绕组元件两元件边之间的距离，根据 y_1 的大小，可以将绕组元件分为全距元件及短距元件。

（2）第二节距　也称前节距，一般用 y_2 来表示，它是指某一元件的第二元件边和相邻联接元件的第一元件边之间的距离。

（3）合成节距　一般用 y 来表示。它是指两个相邻联接元件对应边之间的距离。

（4）换向器节距　一般用 y_K 来表示，它是指绕组元件的头和尾所联接的两换向片之间的距离，以换向片数计。

单叠绕组的元件数等于换向片数，而换向片数目可与电枢槽数相等，也可为电枢槽数的 2 倍或 3 倍，例如 9 槽 9 片、9 槽 18 片、9 槽 27 片、12 槽 24 片等，单相串励电动机通常取换向片数为电枢槽数的 2～3 倍。

图 6-12 所示为一台 $2p=2$、$Z=12$ 槽、$K=24$ 换向片，$y_1=5$，即元件跨距为 1-6 槽的电枢绕组接线展开图。

3. 整机的联接

单相串励电动机定子励磁绕组与电枢绕组的整机联接均采用串联接法，其串联方式分为两种。一种为两只定子励磁线圈分别串接在电枢绕组两端，如图 6-13 所示即为这种接法。另外一种为定子励磁绕组的两个线圈，先按头与头或尾与尾的显极接法联接起来，然后再与电枢绕组串联接起来，如图 6-14 所示即为这种接法。

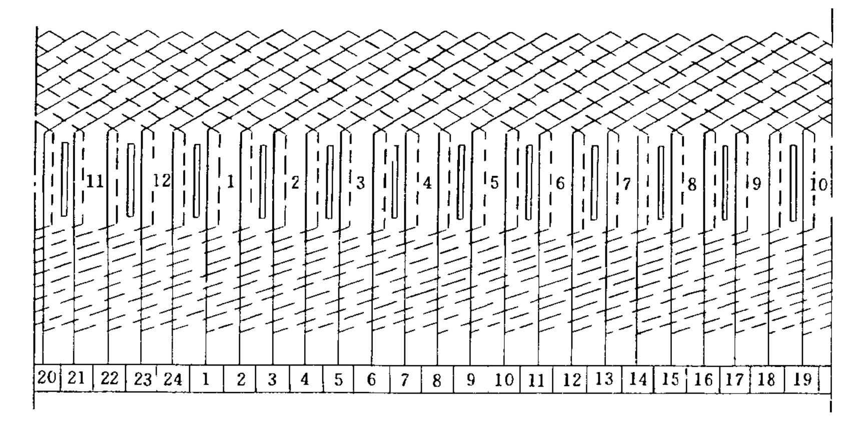


图 6-12　2 极 12 槽电枢单叠绕组展开图

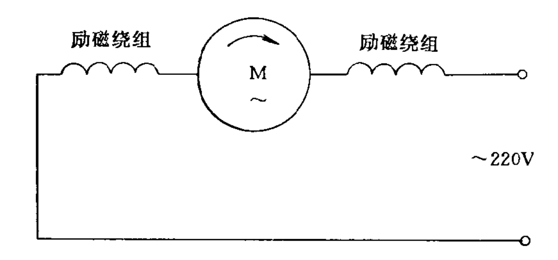


图 6-13　励磁绕组串接在电枢两端的接法

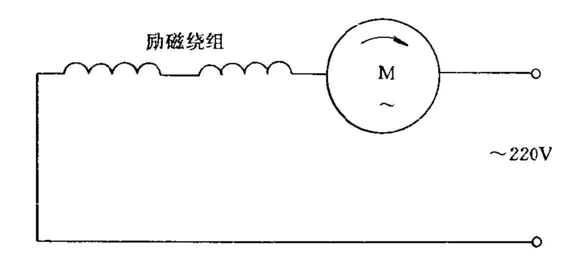


图 6-14　励磁绕组串接在电枢一端的接法

上述励磁绕组与电枢绕组的两种串联接法原理都相同，在实用中图 6-13 所示接法应用较普遍。

4. 交、直流两用串励电动机的接法

单相串励电动机在交、直流两种不同电源下运行时，其机械

特性将产生不同的变化。如图 6-15 所示为串励电动机在交、直流电源下运行时的机械特性曲线。图中的实线是在直流运行时的机械特性，虚线是交流运行时的机械特性。从这两条曲线可以看出：转速越低、交流转速 $n_{\sim}$ 低于直流转速 n 的数值也越大。之所以这样，是因为串励电动机的转速降低后，其功率因数也随之降低。而功率因数越低，交流转速 $n_{\sim}$ 低于直流转速 n 的数值也越大。所以交流运行比直流运行时的机械特性更软，其机械特性的下降也更快。因此，从单相串励电动机的实用情况来看，如果串励电动机的额定转速比较高，它的功率因数也就比较高，其交流转速 $n_{\sim}$ 与直流转速就会比较接近。例如电动工具用串励电动机，其转速高达 9900～14300r/min，这样，使用时就无须采取特殊措施即可在交、直流两种电源下运行，其性能也基本上一样。

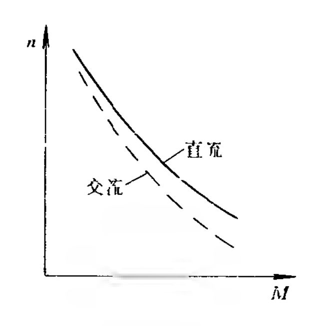


图 6-15　运行在两种电源下的机械特性

如果串励电动机的额定转速比较低，它的功率也就会比较低，这时交流转速 $n_{\sim}$ 低于直流转速 n 的数值就会比较大。为了保证串励电动机在两种电源下工作时，其转速和性能比较接近，则电动机接在直流电源上时，需增加励磁绕组匝数，以便增大磁通，使串励电动机在直流电源下运行的转速降低，从而达到在两种电源下电动机的转速和性能相近。通常增加的线匝串在励磁绕组的两端，如图 6-16 所示。SU 型交、直流两用串励电动机额定转速只有 2500r/min，由于转速低因而功率因数也就低，使得交流转速 $n_{\sim}$ 低于直流转速 n 的数值比较大。为了保证在两种电源下运行具有相同的转速和性能，就增加了在直流电源下运行时励磁绕组的匝数。

5. 串励电动机防干扰电路的接法

电动机工作时，将产生高频电能。高频电能通过电动机的电

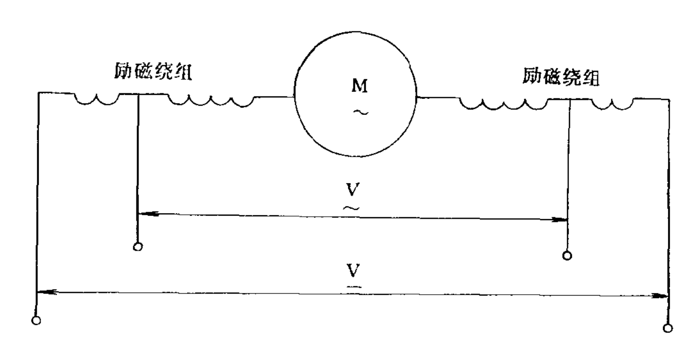


图 6-16　运行在交直流两种电源的绕组图

源线或辐射，可能进入无线电接收机，干扰接收质量，严重时甚至无法收视。因此防止电动机发生的高频电能对无线电的干扰，是极为重要的问题。

在各类电机中，单相串励电动机是产生无线电干扰最严重的电机之一。因为换向过程所产生的火花及电弧，是产生无线电干扰的主要原因。而串励电动机的换向情况比较恶劣，火花也较严重，所以它产生的无线电干扰比其它电机更厉害。

要减小单相串励电动机对无线电的干扰，除了改善换向过程、对干扰源进行屏蔽、机壳应可靠接地等方法外，还可以采取定子绕组对称联接和增加滤波电路的办法，来抑制和削弱电动机无线电的干扰。

如图 6-16 所示，为采取将定子两个励磁绕组分接在电枢两端的对称接法。这种接法对抑制无线电干扰效果比较好，因为电动机的两根电源线都接有励磁绕组，它们都有一个很大的阻抗。不论干扰从哪根电源线传导出来，

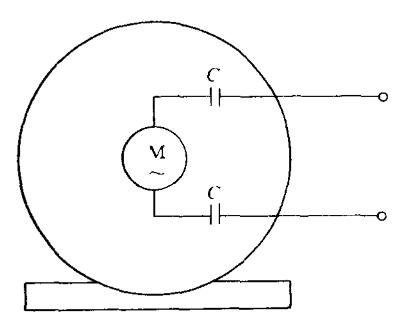


图 6-17　电容器双端滤波电路图

都将受到很大的抑制而削弱。

对于由电源线向外传播的干扰，也可以用图 6-17 所示的方法，接入电容式滤波器来进行抑制。由于两根电源线都可以向外传播，故每根电源线都接有电容。如电枢绕组的一端已接在机壳上，则干扰只能从另一个线端向外传播，故只需在这个线端接上滤波电容即可，如图 6-18 所示。电容量的大小一般在 0.1～1μF 之间，具体数值经试验而定。所用电容，应优先选用电感系数较小的穿心电容。如果电容滤波还达不到所需的干扰抑制程度，可附加电感量约为 50～500μH 的高频扼流圈，它与电容器一道组成电感—电容滤波器，如图 6-19 所示。串励电动机工作时不仅对无线电广播、电视、通信产生干扰，而且对附近工作的电子仪器也产生干扰。因此，必须采取有效方法进行抑制和削弱。

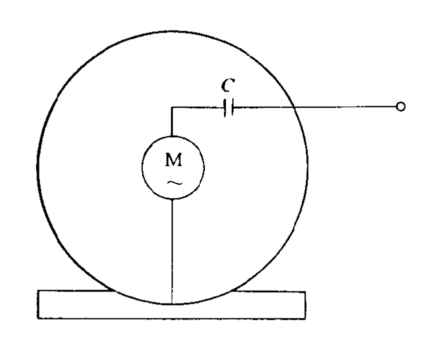


图 6-18　电容器单端滤波电路图

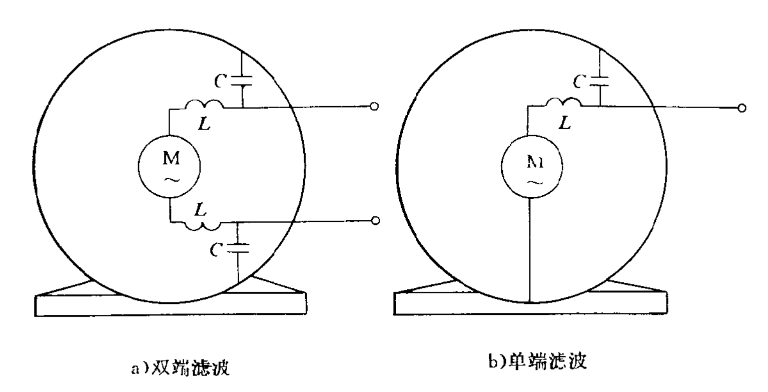


图 6-19　电感—电容器滤波电路图

6·4　单相串励电动机定子绕组的故障及修理

单相串励电动机的定子绕组均采用集中磁极线圈形式，这种线圈易于绕制，绝缘包扎牢固可靠。而且定子绕组始终处于静止工作状况，因此，它出现故障的可能性比电枢绕组要少得多。定子绕组的故障可分为通地、短路、断路、接错几种，现分述如下。

1. 绕组通地故障

定子绕组如长期高温超载或受潮绝缘击穿，以及操作疏忽、机械碰撞等损坏绝缘，都可能造成定子绕组的通地故障。

通地故障可用摇表、试灯等方法进行检查，如图 6-20 所示为试灯法检查通地故障。用一个串接着灯泡的交流电源，一根线端接触在铁心上，另一线端和绕组的引出线端接触。如灯泡发光，说明绕组和机壳间的绝缘击穿已形成通路。这时，可将两个磁极线圈之间的联接线拆开，用试灯分别检查每一个线圈，以找到通地的故障点。

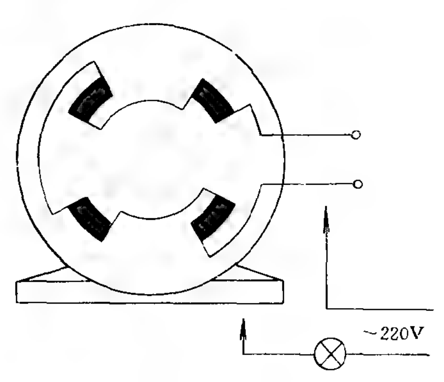


图 6-20　试灯法检查绕组通地故障

找到通地的磁极线圈后，可视线圈绝缘损坏部位、程度来进行修理。明显轻微的损坏只须将通地处用绝缘垫好隔开即可。如线圈匝间绝缘完好且未老化，只是外包绝缘层损坏严重，则可将线圈从磁极上取下来，重新用同等绝缘包好，经浸渍烘干处理后再装上去就行了。如线圈本身的绝缘已焦脆老化，甚至线匝绝缘层严重脱落、裸露，那就只能重绕新线圈了。

2. 绕组短路故障

定子绕组由于高温超载、绝缘受潮等原因，导至线圈线匝绝

缘漆层破裂引起匝间短路，或引出线绝缘漆层破损短接使整个线圈短路。定子绕组产生短路后，将会迅速发热冒烟并发出烧焦的臭味。

绕组的短路故障很多情况下均能通过外观看出来，因为绕组短路处的短路电流较正常电流要大很多，这将使短路处绝缘层因高温而变色。轻微的匝间短路从外观则较难看出，这时可以用测量磁极线圈电阻的方法进行检查，在正常情况下，由于两个线圈的匝数相同，因而电阻数值也会一样。如果测量出这两个线圈的电阻值相差很远，就说明电阻值小的这个线圈中有短路。

找到短路故障以后，可视具体情况进行修理，绝缘损坏的地方将其重新绝缘即可。如果短路范围大情况严重，或者线圈已完全烧毁，这时就只有重绕新线圈了。

3. 绕组断路故障

定子绕组由于机械性碰撞、拉扯或严重的通地、短路故障等原因，均有可能造成绕组的断路故障。单相串励电动机定子绕组断路后，其整个电路就断开了，接上电源后由于没有电流，电动机也将无法起动。

如绕组断路只是因为引出线、联接线脱焊或断裂所至，则从绕组外观就能检查出故障所在。断路点如发生在线圈内部，这时就要将定子绕组与电枢绕组的联接线拆开，用试灯或万用表的电阻挡来检查每个励磁线圈的通断。如图 6-21 所示，如灯泡发光，表示这个线圈是好的，如灯泡不亮，那就表示这个线圈里面断线了。

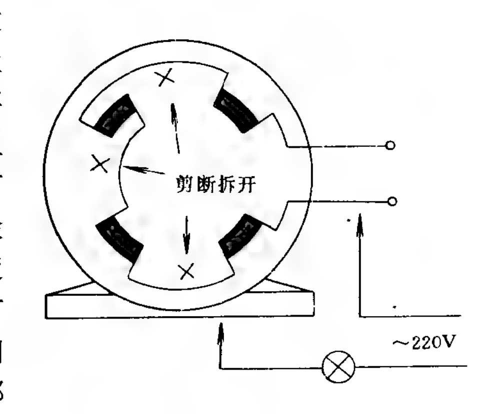


图 6-21 试灯法逐个检查磁极线圈通地故障

修理定子绕组时，先要将磁极线圈从磁极上取下来，然后根据损坏的具体情况进行针对性修理。如明显是引线断裂，就只须重新焊接起来就行了。假如整个线圈绝缘完好，仅线圈的外层断掉几匝。此时，可将断掉的这几匝拆除，用相同的电磁线补绕几匝焊接上即可。当整个线圈已烧毁，或断路点深埋线圈内部，无法局部修复时，就只有重新绕制定子线圈。

4. 绕组接错故障

从前面我们知道，单相串励电动机是采用集中式励磁绕组，磁极线圈之间是按照“头与头相接，尾与尾相联”的显极接法进行联接。如图 6-22 所示，定子绕组的正确接法应为，两磁极线圈内流过的电流一正一负，产生的两个磁极则一个 N 极，一个为 S 极。如果将图 6-22 中下面磁极线圈的两个线端对换一下，就得到图 6-23，这时由于下面一个磁极线圈反接，使得两个磁极都成了 S 极。因两个 S 极产生的电磁转矩是相反的，故电动机也就不能正常工作。

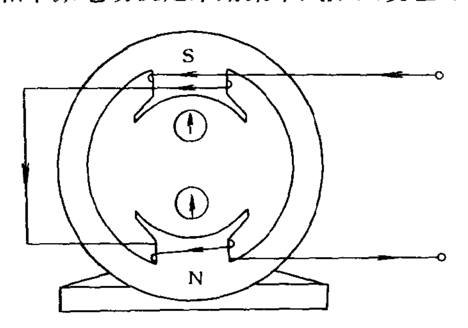


图 6-22　磁极绕组的正确接法

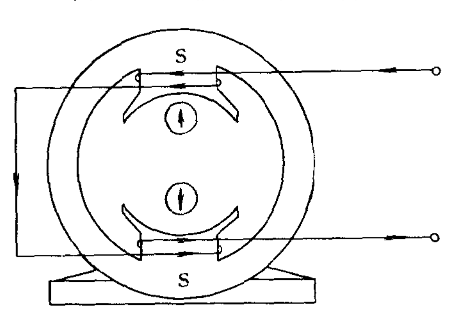


图 6-23　磁极绕组接反的错误接法

检查定子绕组接线是否正确，最简单的方法就是指南针法。将指南针放入定子内腔，由于 N、S 极互相吸引的缘故，在图 6-22 中，当指南针靠近上面 S 磁极时，必定是指针的 N 端指向磁极。当指南针靠近下面 N 磁极时，必定是指针 S 端指向磁极。在图 6-23

中，由于磁极线圈接错，两个磁极都成为S极。此时，不论指南针靠近上面还是下面的一个磁极，指南针的N端都指向磁极。定子绕组接错的故障，只须找出接反的磁极线圈，将其引线端头、尾对换过来，重新联接即可。

6·5 单相串励电动机电枢绕组的故障及修理

电枢绕组是单相串励电动机中任务最繁重、使用条件最恶劣、最易损坏的部件。绝大多数电气故障都是发生在高速旋转的电枢绕组上。如图6-24所示为转子电枢绕组各种故障的示意图，电枢绕组常见的故障有：通地、短路、断路、接错等四类。同时，由于电枢绕组是通过换向器将单个线圈元件联接成一个整体绕组的。因而换向器本身发生的通地、短路故障就必然会反映到绕组上来。下面将分述电枢绕组和换向器的这些故障。

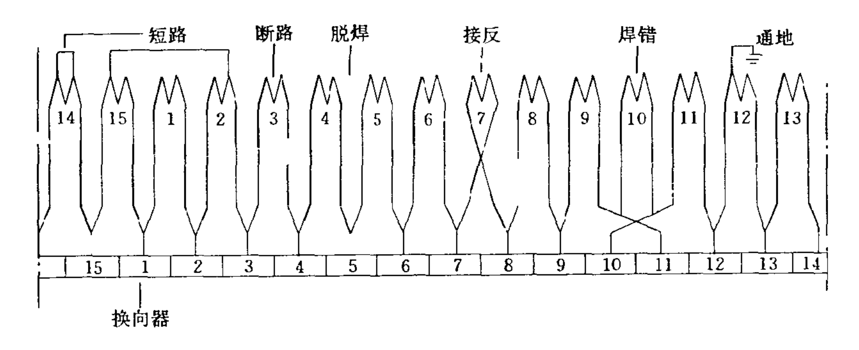


图6-24 电枢绕组各种故障示意图

1. 电枢绕组的通地故障

电枢绕组的通地故障一般均发生在铁心两端的槽口、绝缘被毛刺或金属杂物损伤的槽中，以及易受潮气、污物侵害的换向器等薄弱的地方。对通地故障可用以下几种方法进行检查。

(1) 外观检查　仔细察看槽口绝缘、槽底绝缘有无电弧烧伤、破裂，槽内绝缘有无移动，至使线圈直接与铁心碰接而形成通地的地方。如看不到接地痕迹，则要用其它方法检查。

(2)试灯或仪表检查　如图 6-25 所示，用试灯法进行检查。将电源的一根线直接接到转轴上，另一根线串接一个灯泡后接触换向片。如灯泡不亮，即说明绕组或换向器与转轴之间未形成通路，无通地故障。如灯泡发亮，则说明绕组或换向器与转轴已接通，存在有通地故障。用灯泡的明暗来检查故障的试灯法，是检查电枢绕组常用的方法。

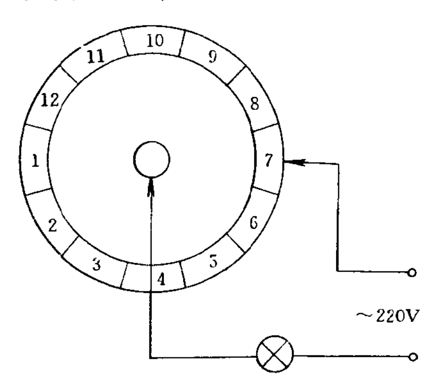


图 6-25　试灯法检查电枢通地故障

如图 6-26 所示，绕组或换向器通地故障也可以用电阻表检查。这时可将表的一端接触在铁心或转轴上，表的另一线端接触在任一换向片上。电阻表如指示通路，就表明绕组或换向器有接地点。这时应继续逐片测量，当测出的电阻值为零或最小的一片换向片，此处就是通地位置。在通地故障不太明显时，用试灯法、电阻表法均因电压太低、较难很快查出来。这时如用电压较高的摇表检查，就比较容易找出通地的故障处。

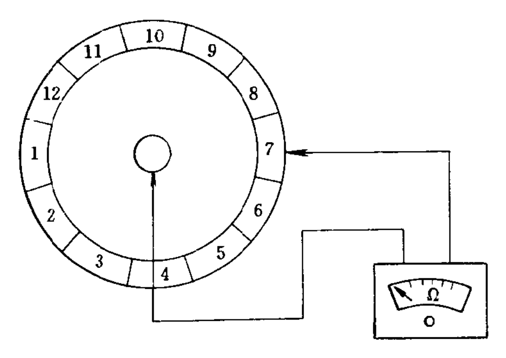


图 6-26　用电阻表检查电枢通地故障

(3) 短路侦察器检查　用短路侦察器检查电枢绕组或换向器的通地故障，将会更迅速更准确。如图 6-27 所示，将电枢平放在侦察器的开口铁心上。侦察器接通电源后，一只手转动电枢，另

一只手将镊子的一条腿接触到电枢轴上，另一条腿则依次接触每片换向片。接触几片后，若没有火花产生，证明绕组或换向片无通地现象。如果发现有火花产生，就证明绕组或换向器有通地故障。这时就应继续逐片试验，同时仔细观察每一换向片上火花的大小，火花最小或没有火花的换向片就是通地之处。

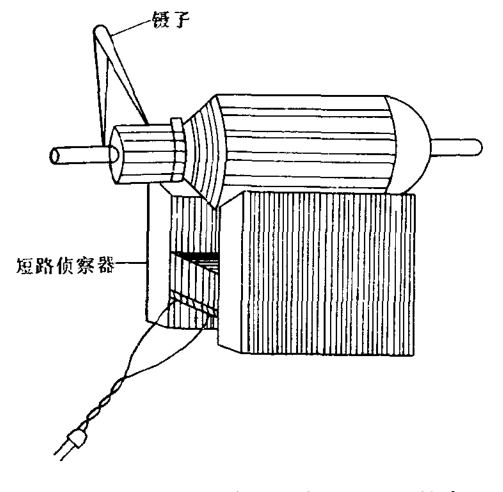


图 6-27　用短路侦察器检查电枢通地故障

还可以用短路侦察器配合低读数（0～10V）电压表检查通地位置。电压表的一线端接在铁心或轴上，表的另一线端接在换向片上。测量几片以后，电压表若均无动静，则证明绕组和换向器都无通地之处。如测至某一换向片有指示，则表明有通地现象，可继续测量，当测出电压为零或最小的换向片时，这里就是通地故障的位置。

通地故障的修理要视具体情况而定。如通地故障是在槽口、端部等绕组的外面位置，一般都是可以修好的。修理时，可用理线板将线圈与铁心相碰处小心撬开，在绝缘破损处插入新的绝缘材料即可。

如通地故障发生在槽内，并且绝缘击穿通地的线圈元件只有一个。这时，可以采取如图 6-28 所示的废弃法进行修理。修理时，先将通地线圈的线端从换向片上焊下来。焊下来的线端要分开并用绝缘带包好，使线端之间及与换向片间不再接触，线圈完全脱离电路。焊下线端的两片换向片再用联接线焊好，如图 6-28 所示。这样，就把通地线圈废弃不用了。

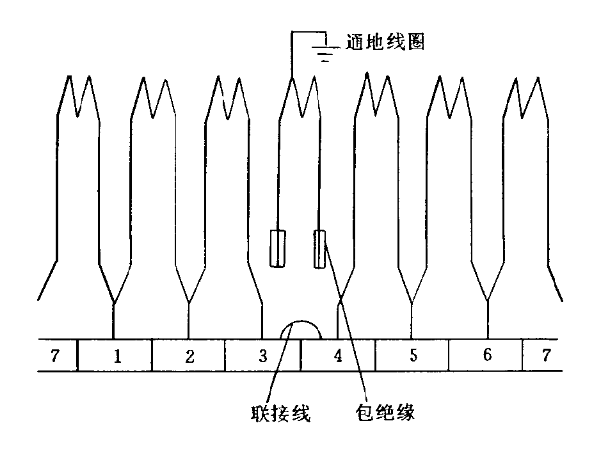


图 6-28 废弃一个通地线圈的处理方法

如果是换向器通地，修理方法将在后面换向器的检修中讨论。

单相串励电动机电枢绕组或换向器出现通地故障后如继续运转，除使壳体带电危及操作者安全外，电动机转速会比正常时慢很多。电枢将产生振动，并出现异常的大火花。短时内绕组就会产生高热，继续运转则很快会将绕组进一步烧毁。

2. 电枢绕组的短路故障

电枢绕组或换向器发生短路故障的现象是比较多的，造成短路故障的原因主要如下

1）电动机长时期超负载运行，电枢电流超过额定值。使电枢绕组发热温度升高，久而久之造成绝缘加速老化。若超载时间长，便很容易引起电枢绕组短路。

2）转子在高速旋转中，由于电刷与换向器之间在不断摩擦，碳粉、铜屑存留在换向片之间的槽中，这些导电杂质积累多了，会使相邻两换向片联通而产生片间短路，与这两个换向片联接的线圈元件也就同样短路了。

3）电枢绕组内线圈组之间承受的高电压，以及换向器每分钟万次以上激烈换向变化而感生很高的换向电势。在这两种电势的作用下，很容易击穿导线的绝缘，尤其是在负载过重、绕组受潮、

导电杂质积累过多等情况下，更容易导至绕组间短路。

电枢绕组的短路根据其短路位置的不同，可分为以下三种情况。

1）一个线圈内本身的线匝短路，称为线圈短路。

2）同一线圈组内的线圈与线圈短路，称线圈相互短路，如图 6-29 所示。

3）一个线圈组的线圈与另一线圈组的线圈短路，称线圈组相互短路，见图 6-29。

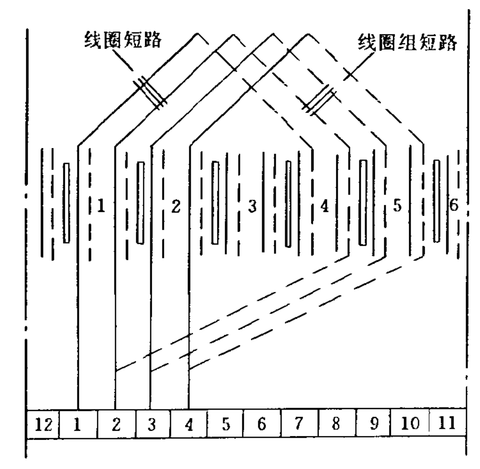


图 6-29　线圈间、线圈组间的短路

电枢绕组或换向器的短路故障，可用以下方法进行检查。

(1) 外观检查　必须仔细察看绕组端部、槽口、换向器等处，是否有碰伤、烧伤等短路痕迹。若看不出异常处，则可用其它方法进行检查。

(2) 短路侦察器检查　检查方法参见图 6-27。将电枢平放在短路侦察器开口铁心上，再用一段小锯条平放在电枢的一个铁心槽上。短路侦察器接通交流电源后，用一只手转动电枢，使每个槽逐次朝上，另一只手拿锯条在位置朝上的槽上面逐槽试验。假如全部槽试过以后，锯条在任何槽上都没有产生振动或都只有相同的轻微振动，则证明电枢绕组或换向器均没有短路之处。如果锯条在某个槽上振动剧烈且有响声时，就证明绕组确有短路故障。这时要继续试验，进一步查明究竟有几个槽有短路现象。若只有两个槽使锯条产生振动，就表明只有一个线圈组发生短路故障。可能是这个线圈组内的线圈相互短路，也可能是一个线圈本身线匝短路。如果有三个以上的槽使锯条产生振动，则可能是每个使锯

条产生振动的槽内都有短路线圈，也可能是线圈组相互短路。因为线圈组与线圈组相互短路后，就破坏了绕组的两条对称的并联支路。使本来相互抵消的感生电流经短路点而有了回路，致使许多本来没有短路现象的槽内的线圈.却有很大的短路电流通过。因而产生很强的交变磁场，使锯条在很多槽上产生剧烈振动。所以，用短路侦察器检查电枢绕组或换向器的短路故障，只能证明电枢绕组或换向器是否短路。却不能认定属于哪种短路情况，也难以确定短路点的位置。此时就要采用电压表配合检查，依次测量相邻两换向片间（即一个线圈元件）的电压。无短路故障的线圈或换向片，其电压值均相同。当测出的电压为零或数值很小时，即为绕组或换向片故障之处。用这种方法时检查时间不能太长，以免绕组因较大的短路电流而产生高热，从而加剧和扩大短路故障。

（3）用电阻表检查　用电阻表检查每个线圈元件本身是否短路时，可依次测量相邻换向片间的电阻，如图 6-30 所示。检查每槽有三个线圈元件的绕组时，必须每三对相邻的换向片（即三个线圈）的电阻完全相等，这就证明没有短路。因为同处一槽内的三个线圈元件它们是一起绕成的，所以各线圈的电阻均应相等。分处各槽内的各线圈组由于长短不一，因而各线圈组电阻数值也就略有差异。不过，每线圈组内各线圈元件的电阻都将会是相等的。

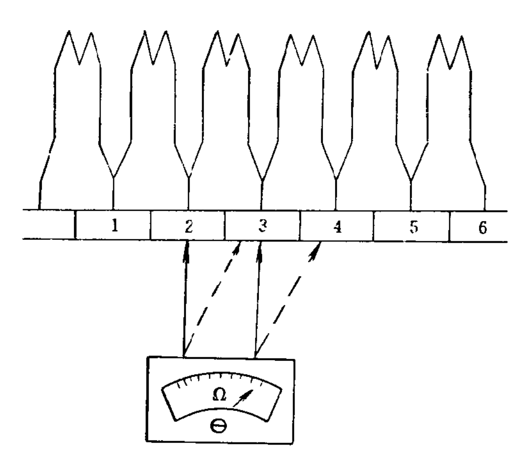


图 6-30　用电阻表检查线圈内的短路

检查线圈之间是否短路时，可如图 6-31 所示，先测换向片 1 和 3，再测 2 和 4，然后测 1 和 4 如图中所示。其余的换向片都这

样依次测量下去，全部测完为止。如果测得换向片 1 和 3、2 和 4 的电阻都等于两个线圈元件的电阻，1 和 4 的电阻则等于三个线圈的电阻，就说明线圈相互间没有短路。若测得的电阻比该数值小很多，就是线圈相互间短路了。

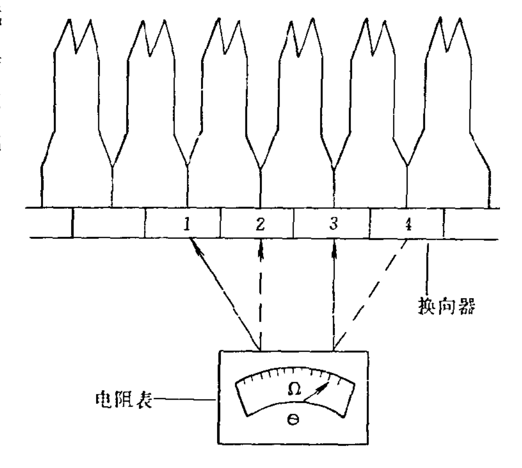


图 6-31　用电阻表检查线圈间的短路

检查线圈组之间是否短路时，可如图 6-32 所示。将电阻表的两只试笔，依次接触在换向器直径相对的换向片上，依次测量换向器对角的电阻。在实际检查时，可用一手拿着两只试笔，用另一只手缓慢而均匀地转动电枢。电枢转过几圈后，若电阻表的读数始终没有差别，则表明电枢绕组正常。如果发现在某些换向片上的电阻逐渐减小，然后又由小逐渐增大至原来读数，就证明线圈组相互间有短路现象。这时要在读数有变化

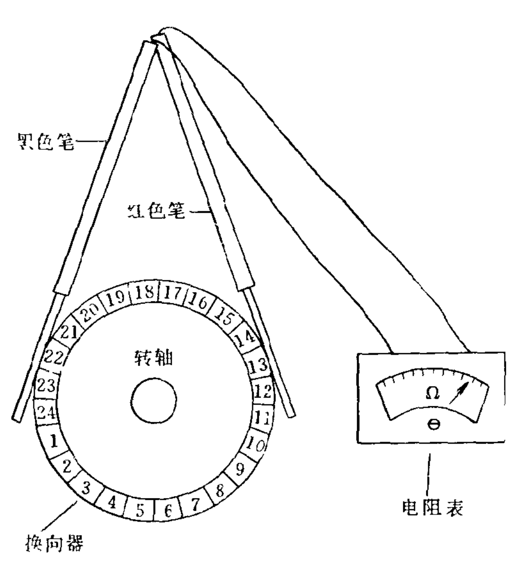


图 6-32　用电阻表检查线圈组间的短路

的换向片之间反复测试，测出读数较小的两对角换向片后，如图6-32中的12和23处。电阻表的一只试笔（假定为红色试笔）就接触在原处不动，再用另一只试笔（黑色）从它接触的换向片起，朝左右两个方向逐片测量。假如先向左边测量读数是增大，就应改向右边测量，这时读数必然逐渐减小。测出读数最小的一片做上记号，黑色试笔就接触在做记号的换向片上不动。然后再用红色试笔以同样方法测出读数为零或最小的一片换向片也做上记号，这两处做记号的换向片就是短路点的位置，如图6-34中的换向片9和15。

根据以上介绍可知，电阻表虽能查明绕组的短路性质和短路点位置，但也比较繁琐费时，不如短路侦察器检查的迅速准确。所以最好先用短路侦察器查明是否短路，根据查出有短路现象的槽数多少和槽的位置，做到心中有数，再用电阻表检查，便能迅速准确地查明短路的性质和短路点位置。

电枢绕组如仅因端部碰伤造成几匝短路，或在铁心槽外由烧伤造成轻微短路，而短路点凭眼就能看到时，这样的短路故障一般均可以修复。修理时，可先将电枢绕组烘热变软，用光滑的竹片将绝缘漆层损坏而相互碰触的导线拨开，再用薄软的绝缘绸加以隔垫，然后刷上绝缘漆烘干即可。

假如只一个线圈组有短路现象，而短路位置凭眼力又看不到时，则先不要从绕组上着手修理，而应将有短路现象的绕组线端从换向片上焊下来，再对绕组和换向器分别检查。如果是两片换向片严重短路，又不能消除短路故障时。则可把两换向片中的任一片上的线端焊下来，使线端与换向片脱离。焊下来的

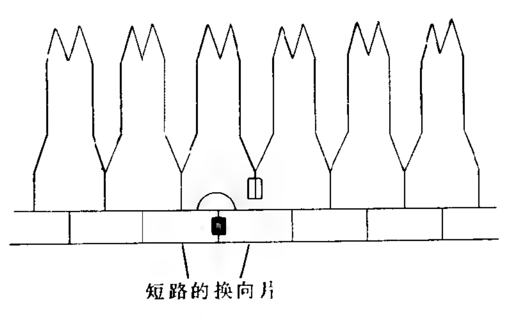


图6 33　换向片短路故障的应急处理

两根线端不要分开，仍要焊接在一起并用绝缘包好。另外，对短路的两换向片还要再用导线联接起来并焊好，如图 6-33 所示。经这样处理后，对电动机没有大的影响，可以照常使用。

如果查明不是换向片短路，而是绕组短路，那么最好的修理方法就是重换新绕组。若因生产急需而不能马上重换新绕组时，也可暂时采取废弃线圈的方法作应急处理。此时，可先将相互短路的线圈线端从换向片上焊下来，焊下的线端要分开并使其不再接触，再把电枢放到短路侦察器上试验。若仍有短路现象，表明绕组烧损严重，不能作应急处理。若短路现象消失，说明绕组烧伤较轻微。则可按图 6-34 所示的方法，将已焊下分开的线端用绝缘分别包好，焊下线端的换向片也用导线联接起来焊好。这样处理后，因只废弃两个线圈，对电动机的性能影响不大。但由于绕组已有烧伤，不可能长时期使用，只能作为短期的应急措施，应极早准重换新绕组。

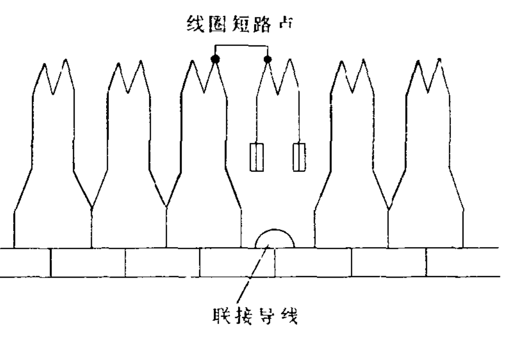


图 6-34　电枢绕组短路故障的应急处理

上述应急处理方法简便易行，所花时间不多，又不耗费材料，所以作为应急措施还是可取的。

电枢绕组或换向器短路后，将使电动机转速降低、力矩减小、电流增大、电刷下产生强烈的火花，将换向器烧黑。运转时，短时间内便发热冒烟，甚至换向器上形成环火，继续运转，能很快使电枢绕组烧毁。因此，一旦发生短路故障即应检查修复，以免故障扩大造成更大的损失。

3. 电枢绕组的断路故障

断路是电枢绕组最常见的故障，线圈线端至换向片的焊接处

是较容易发生断路的地方。原因是焊接不良、或线端在除去绝缘漆膜时受损伤，以及焊接时线端崩得过紧，缠上扎绝浸漆后线端受力过大而损伤。当电动机运转时，上述这些情况就可能造成线端在焊接处烧断。此外，由于过载或其它原因，使换向器与电刷之间产生大火花，换向器过热将焊锡熔化，造成线端脱焊形成断路。或因发生短路、通地故障而将导线烧断，形成绕组内部断路。

电枢绕组断路故障的检查方法如下所述。

（1）外观检查　仔细检查绕组端部、槽口、换向片接线处等地方，是否有烧伤、碰伤等断路痕迹。如看不到异常处，则可用其它方法进行检查。

（2）电阻表检查　如图 6-35 所示，用电阻表可以把断路位置找出来。每个线圈元件的电阻大于 1Ω 的可用万用表检测，不足 1Ω 的用电桥表为好。检查时，可任意选一换向片开始，测量相邻两换向片间的电阻、如先测图中的 1 和 2 两换向片，再测 2 和 3 两换向片，依次测完全部换向片。如果测完所有相邻换向片间的电阻都基本相等，则说明绕组没有断路。若测得某相邻两换向片间的电阻，比其它相邻换向片间电阻大若干倍时，则证明这两换向片上的线圈断路了，同时表明绕组的其它部分再没有断路。不过仍应继续检测，这是因为有时焊接线端虽然已与换向片断开，但两根线端却仍然接在一起，形成绕组本身没有断路的现象，如图 6-35 中 a 处的情况。

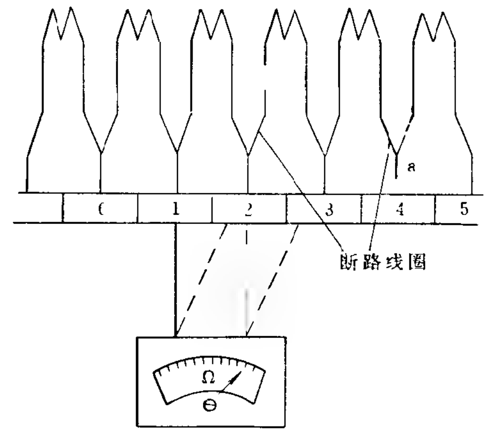


图 6-35　用电阻表检查线圈断路

如图 6-35 所示，当测至某相邻两换向片，如 2 和 3 时，发现

电路不通。这时，可再测量其它换向片，假如所测这两片间的电阻值正常，就可断定2和3两片上的线圈断路了，并表明在绕组的其它部分还有断路之处。通过检测换向片间的电阻并仔细分析换向片位置与电阻值，就可以查出一个或几个断路线圈的位置。图6-36为电枢绕组断路故障的应急处理。

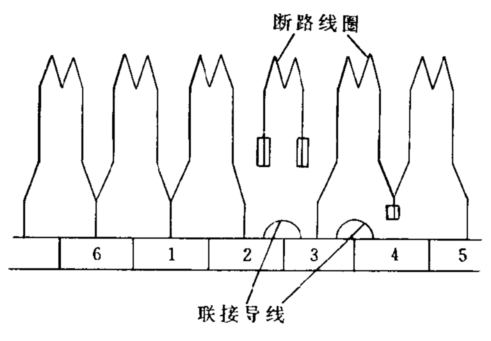


图6-36　电枢绕组断路故障的应急处理

（3）短路侦察器检查　也可以用短路侦察器检查电枢绕组的断路，可参见图6-27。检查时，将电枢平放在试验器上，接通电源后，用一段小锯条放在电枢的一个槽上，再将这个槽内的线圈线端所焊接的换向片，用镊子两片两片的依次短接。被短接的换向片上焊接的线圈若没有断路，就会在线圈内产生很大的短路电流。因而该槽就会产生很强的交变磁场，小锯条受交变磁场的作用而发生剧烈振动和响声，当镊子刚接触到换向片的瞬间还有火花产生。如被短接的两换向片上的线圈断路，它就不会产生短路电流，锯条就不会振动，火花也就不会产生。因此，只要根据短接两换向片后有无火花产生，就可判断线圈是否断路。

电枢绕组发生断路故障后，就不能正常运转。当断路情况严重时，如电枢绕组断路部分较多，或其两条并联支路中都有断路故障。则电枢绕组的通电回路完全中断，电动机就不能起动。如断路故障比较轻微时，电枢绕组的通电回路只有部分中断，仍有电流通路。故接通电源时，电动机仍能转动。空载时转速仍可能正常，但电刷与换向器之间发生较大的火花，并形成细火环。负载时，电动机转速降低、转矩减小，并同时出现振动现象，转速也很不稳定，时间稍长即迅速发热。将换向片烧黑、电刷烧伤，若

继续运转，将使更多的线端烧断。

找到断路位置后，将绕组外面绑扎的蜡线部分拆除，再仔细找出断路的确切位置。如果是脱焊，只须重新焊接即可；若线端断处在电枢端部，则须再拆除一部分捆扎蜡线，在断头处焊接一根导线，并套上绝缘套管，然后重新捆扎蜡线；如果断路处在电枢铁心槽内，此时可将断路的那只线圈所联接的两换向片上跨接一根短路铜线，或将这两相邻换向片直接短路。经这样处理后，电动机性能无大变仍可继续使用。然而，当绕组断路点多的话，则不能采用这一方法。因为被直接短接的线圈愈多，将造成电枢绕组的匝数大量减少，致使电枢的转速不稳定，并引起电枢绕组发热。因此，当电枢绕组中出现 2～3 个线圈断路时，就必须重换新的电枢绕组。

4. 电枢绕组接反的故障

电枢绕组接反的故障往往发生在绕组重绕之后，由于接线时的粗心和疏忽，把线圈元件到换向片的两个线端接反了。这种接反可能产生两种反接的情况。

(1) 线圈元件接反　如图 6-37 中元件 2 所示，从图中可以看出，线圈元件之间的正确接法应该是相邻元件之间首、尾相接。如元件 1 的尾端与元件 2 的首端共接在同一换向片上，元件 2 的尾端与元件 3 的首端相联，这样依次串联下去，直到最后一个元件的尾端与元件 1 的首端相联而构成一闭合绕组。但图中元件 1 与元件 2 之间都是尾端与尾端相联，元件 2 与元件 3 之间则成为首端和首端相接，显然，那元件 2 是接反了。

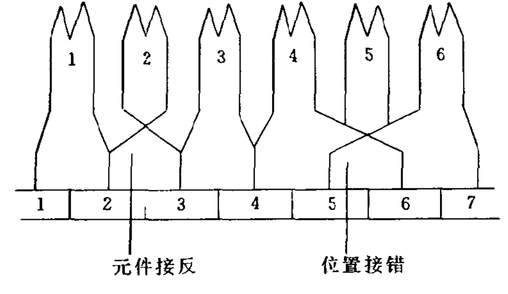


图 6-37　元件线端接反、位置接错

(2) 线圈元件线端位置接错　从图 6-37 中元件 4、5、6 可以

看出，这三个元件之间串联的方法还是正确的，即相邻元件首、尾端相联。但元件串联好以后，接到换向器上的位置却错了。元件4、5的首、尾线端原应接到换向片5上，但实际却接到了换向片6。而元件5、6的首、尾线端原应接至6，实际上却接到了换向片5。这种线端接线位置的错误将导至元件12实质上的反接。

不论是线圈元件反接或是线端接线位置错误，都将对电机性能带来不利影响。由于线圈元件接反的错误都是发生在电枢绕组重绕后。因此，当我们重换电枢绕组时接线一定要认真、仔细，电枢绕组接线完毕后要作必要的检查、试验，尽量防止线圈接反的错误。常用的检查方法分述如下。

（1）电阻法检查接线位置是否正确　如图6-38所示，用电阻表测量两个换向片之间的电阻，如果接线位置没有错误，如图中的元件2，则两个换向片之间只接有一个元件，电阻表测量到的基本上是一个元件的电阻值。如果接线位置错误，如图6-38中换向器片4和5，换向片4、5之间仍然只联接一个元件，

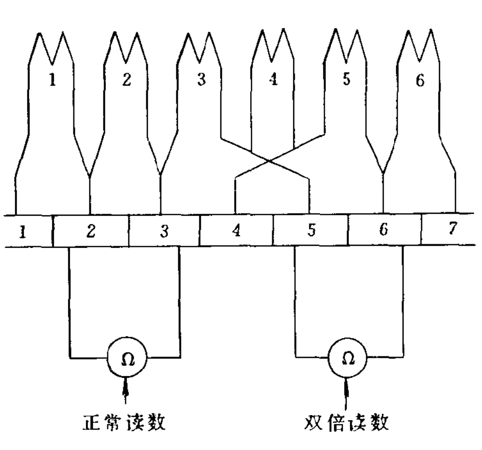


图6-38　用电阻表检查线端位置接错

电阻表上测量到的仍然基本上是一个元件的电阻值。但接线位置错误的前面或后面一对换向片，如图中的换向片3～4或5～6。它们之间则串联了两个元件，这时电阻表上测量到的是接近两元件的电阻值，即指示出双倍读数。因此，根据上面的检测和分析，应用电阻表测量片间电阻的方法是能够顺利找出接线位置错误的。

（2）电压法检查接线位置是否正确　如图6-39所示，将一个低压直流电源通入电枢绕组内，用一个电压表依次测量每两个换

向片之间电压。当接线位置正确时，电压表将指示出一个线圈元件的电压读数。而当测量到接线位置错误的两个换向片时，如图 6-40 中换向片 4 和 5，电压表则指示反向读数。当电压表接到反向元件前面或后面时，则电压表指示出双倍读数。而其它接线正确元件所对应的换向片，其片间电压均为正常值。

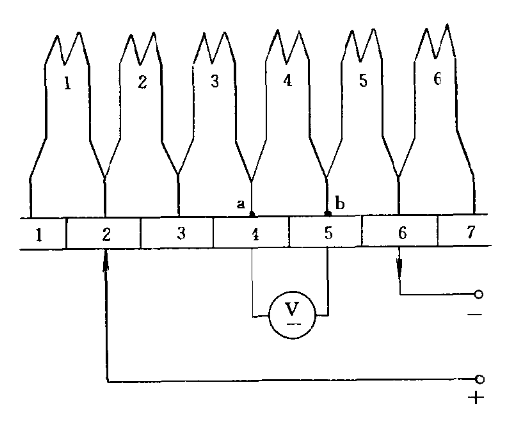


图 6-39　接线位置正确时为正常读数

(3) 线圈元件反接故障的检查　虽然元件反接和接线位置错误都是元件到换向器片接线不正确所引起的，并且接线位置错误也会引起元件实质性反接，但是两种故障的检测方法却不一样。要检测线圈元件接反的故障，必须采用下面介绍的指南针法或条形磁铁法。

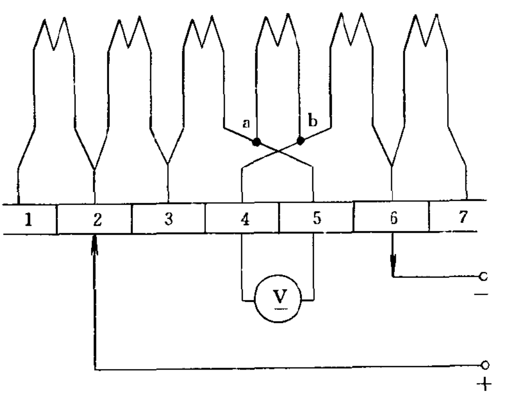


图 6-40　接线位置错误时为双倍读数

在用指南针检查元件反接故障时，应在元件已按照相邻元件首、尾端相接的规律全部串联起来，但尚未焊接到换向器上之前进行。每个元件分别通入低压直流电源，用指南针分别测量每个元件的磁场极性，当测到接反的那只元件时，指南针会向相反的方向转动。图 6-41 所示为元件联接正确时的磁场极性。图 6-42 为元件有反接故障时的磁场极性。

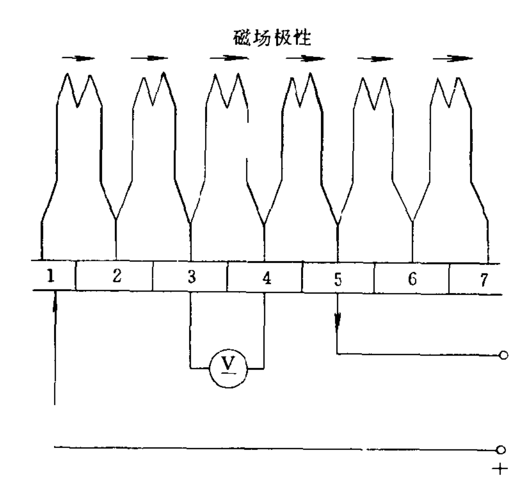


图 6-41 联接正确时的磁场极性

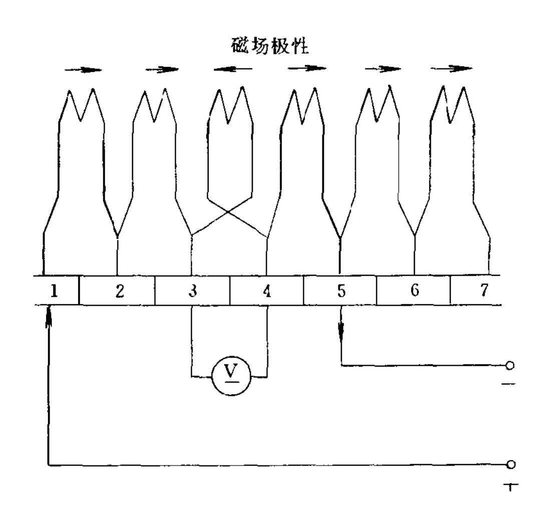


图 6-42 元件有反接故障时的磁场极性

检查接反元件的另一种方法是将磁铁在槽口逐一移动来进行，这时由于磁铁的磁力线切割线圈元件，每一个元件内部都将产生感应电势。若用一毫伏表接在与反接元件相联的两个换向片上，则电表指针为反向读数，而其它都是正向读数。

第7章　单相异步电动机重换绕组的工艺

电动机的铁心及其它机械部件使用寿命都比较长，只有它的绕组部分较为脆弱。如使用不当时，一台新电机往往只须几十分钟，甚至十几分钟就能将绕组烧毁。此外，电动机长期超载过热使绝缘老化，或绕组产生短路、断路、通地等故障，用局部修理方法又无法修复时，就必须重换新的绕组。下面将主要叙述定子绕组、电枢绕组的拆换步骤及其工艺。

7·1　分布式定子绕组的重绕工艺

为了使重换绕组工作中保有详尽的原始资料，使重绕后的绕组性能尽量达到与原来一至，因此，应在拆除旧绕组的过程中，将表7-1内的各项技术数据仔细查明并详细记载，以作为重换绕组和核算的依据。

表7-1　修理电动机技术数据记录表

原制造厂：　　　　　　　　　　出厂年月日：　　年　月　日

型　号		功　率		转　速	
电　压		电　流		频　率	
接　法		绝缘等级		允许温升	
效　率		重　量		产品编号	
定子铁心数据					
内　径		外　径		长　度	
气　隙		槽　数		槽形尺寸	
定子绕组数据					
线　径（并绕根数）		匝　数		节　距	
绕组型式		接　法		铜　重	
线圈尺寸					

1. 记录原始数据

（1）铭牌数据　铭牌数据是指型号、功率、转速、频率、绝缘等级、电压、电流等。

（2）铁心数据　铁心数据是指铁心内径、外径、槽形尺寸、槽数、铁心长度等。

（3）绕组数据　绕组数据是指线径、并绕根数、匝数、节距、并联支路数、接法等。

（4）线圈尺寸　线圈尺寸是指线圈的端部、直线部分的长度尺寸，最好留下一组旧线圈作为制作绕线模的参考，并记下绕组型式。

2. 拆除旧绕组

电动机的绕组均经过浸漆烘干的绝缘处理过程，使绕组已成为一个整体，变得非常坚固而不易拆除，所以要采取不同的方法去将损坏的绕组拆下来，具体方法有以下几种。

（1）冷拆法　对于那些绝缘严重老化比较容易拆下来的电动机旧绕组，就可以采用这种方法。首先将槽楔取下来，再逐步把导线扯出槽来，直至将全部导线都拆出来。然后取出旧槽绝缘，以及清理槽内残余的绝缘物。并整理槽口和铁心两边的端面，使整个铁心的端面和槽无铁屑、杂质，干净平整。

（2）加热法　有些电动机绕组的绝缘尚未老化，整体都还很坚固，对这类旧绕组的拆除可采用“加热软化、乘热拆除”的方法。加热有通电短路加热和烘箱加热两种。通电加热法是将低压电源加到电动机绕组上，用调压器将电压逐步增加到电动机绕组的温度足以拆下旧绕组的程度。另外一种加热方法就是用烘箱加热，使电动机烘热到绝缘软化，槽楔和导线比较容易扯出来。但加热温度不能太高，一般在200℃以下，不然会损坏定子铁心的硅钢片片间绝缘。从而导至铁损增加空载电流增大。绕组拆下后，将槽内清理干净。

（3）溶剂熔解法　当电动机绕组绝缘漆尚化老化的情况下，还可采用溶剂溶解法来拆除旧绕组，采用溶解法的几种情况如下。

1）一般采用氢氧化钠（工业烧碱）作为溶剂。它的具体方法是：将1kg氢氧化钠加上10kg的水，把电动机浸泡在该溶剂之中，约2～3h即可。如需加快，则略为加热到80～100℃，即可拆去导线、槽绝缘等。对于铝壳和铝导线，均不能采用此种方法。将电动机的绕组消除干净后，要立即用清水冲洗。

2）当被拆除旧绕组的电动机容量较小时，则可用如下的溶剂浸泡：溶剂的配制是用丙酮25%、酒精20%、苯55%的比例混合，将电动机浸泡其中，待绝缘软化即可开始拆除旧绕组。

3）由于溶剂价格较高，所以为了节约，有时就不用耗料太多的浸泡方式，而采取刷浸的办法。刷浸时的溶剂是用丙酮50%、甲苯45%、石蜡5%三种材料配制。先将石蜡加热溶化后，移去热源，加入甲苯，再加入丙酮，然后搅拌均匀。把电动机定子立放在有盖的铁盘内，用毛刷将溶剂刷到定子绕组的端部和槽口，然后加上盖，防止溶剂挥发太快。经1～2h之后，即可取出电动机进行拆除旧导线。

采用溶剂法时，应特别注意安全，火不可靠近等。上述的溶剂法只适用于小容量电动机。拆除后的定子铁心，应加以整理，使槽口平直，两个端部不能散开等。

3. 制作新绕组

重新绕制新绕组时，应先做好绕线模，绕线模的尺寸一定要合适，既不能过长也不能过短。过长则浪费铜线，还可能因端部长碰触端盖而引起通地、短路故障。过短将使嵌线产生困难。因此，在拆除旧绕组时应保留一个较完整的线圈，即可量出绕线模尺寸，依此尺寸做出的线模是比较可靠的。当然，如果该电动机已经大修过，定子上已不是制造厂的原装绕组。此时在拆除旧绕组前应仔细看看线圈各部尺寸是否合理，视情作出调整后，再制作绕线模。

如果没有旧线圈参考，那就只有重新设计绕线模。经第一只新线圈试嵌后，如不合适则对绕线模进行修改调整，直到完全合适为止。

（1）制作绕线模　绕线模由模心和夹板所组成，如图 7-1 所示。从图中可以看出，模心是绕线模的主要部分，它决定线圈的长短宽窄及全部尺寸。所以对模心尺寸的确定应细心、慎重。如果自己有一定的实际经验，则可根据电动机的绕组型式、线圈节距在铁心上用一根导线弯成线圈模心尺寸，作为制作绕线模的依据。下面再介绍一种用计算方法来确定绕线模的尺寸。模心尺寸如图 7-2 所示，其计算如下。

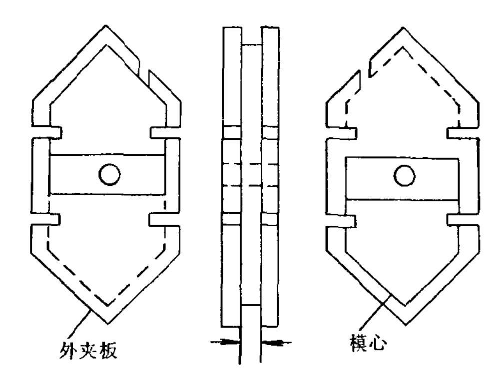


图 7-1　绕线模的模心与夹板图

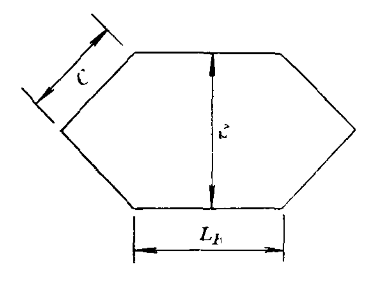


图 7-2　绕线模模心各部尺寸

模心宽度：

$$\tau_y=\frac{\pi\ (D_i+h_s)}{z_1}y_1 \quad (\text{mm})$$

式中　D_i——定子内径（mm）；

z_1——定子槽数；

y_1——用槽数表示的节距；

h_s——定子槽高（mm）。

模心直线部分的长度；

$$L_B=l+2d \quad (\text{mm})$$

式中　l——定子铁心长度（mm）；

d——线圈直线部分两端伸出铁心的长度，一般取 $d=5\sim15$mm，功率大的取大值。

模心端部的长度：

$$2C=K\tau_y \quad (\text{mm})$$

式中　K——系数，电动机 2 极取 $K=1.2 \sim 1.25$，4 极 $K=1.25 \sim 1.3$，6 极 $K=1.35 \sim 1.4$。

模心的厚度：

$$H=d_t\sqrt{N}$$

式中　d_t——绝缘导线直径（mm）；

N——一个线圈导线数。

（2）绕线　绕线在手摇绕线机上进行，其步骤如下。

1）准备好绕制用的电磁线、扎线及绕线模、活动扳手、钢丝钳、剪刀等。

2）装上绕线模并用绕线机心轴螺母锁紧，把计数器的号码拨到“0”位。

3）将电磁线的线头经线模开口处绕于支杆上，并在线模槽内放 4 道扎线。如图 7-3 所示。

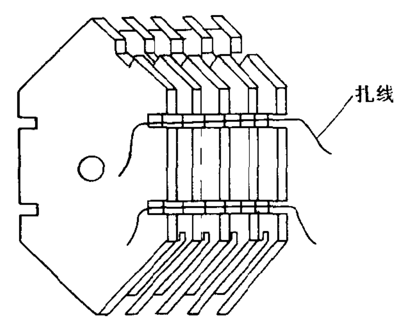


图 7-3　在绕线模内放扎线

4）绕线时，应顺序绕制不得有交叉混乱，并保持线圈平整。绕满一个线圈的匝数后，用 4 道扎线将线圈扎好。继续绕入第二线模槽，然后以同样方法绕下去，直至绕完一个极相组内的所有线圈。

5）留出引线长度后剪断电磁线，拆下绕线模取出绕好的线圈。

6）单相异步电动机分布式定子绕组的类型很多。其中的交叉式、同心式、正弦绕组等，均由若干个尺寸大小不一的线圈套绕一起构成极相组，如图 7-4 所示。这类绕组在绕线时，每极相组内的所有线圈要连续不断一次绕成。

7）在小功率单相电动机绕组绕线时，每极相组内的线圈中间最好不要有接头，以免增加绕组的故障点。确须接头时，其接线位置必须选在线圈的端部，并用玻璃丝绝缘套管将焊接处仔细绝

缘。

8）绕线时，应注意拉紧电磁线的力要松紧适度。过松则使线圈内部松散外部零乱，过紧则又可能拉细电磁线，从而影响匝间耐压强度和线圈直流电阻值，所以应特别注意。

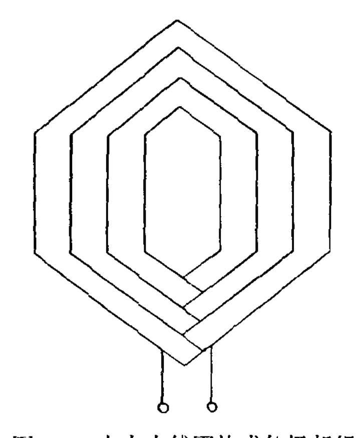


图 7-4 由大小线圈构成的极相组

4. 绝缘裁剪

单相异步电动机分布式定子绕组的槽绝缘，一般采用 6520 聚酯薄膜绝缘纸复合箔，它属于 E 级绝缘。一般的厚度为 0.15、0.2、0.25mm 等，根据电压高低采用不同的厚度。近年来，也有采用 6630 聚酯纤维无纺布聚酯薄膜复合箔（D、M、D）的，它属于 B 级绝缘。槽绝缘垫放在铁心槽内，要两边均高出槽口以便嵌线，如图 7-5 所示。并且，为保证绕组的介电强度，槽绝缘要比铁心长度长，铁心两端都要伸出一些。伸出长度应根据容量的大小而不同，容量大的电动机伸出长度略多些。当同一槽内嵌有主、辅两套绕组的线圈元件边，应垫入层间绝缘。主、辅绕组在端部重叠之处均应垫入相间绝缘。层间、相间绝缘均采用与槽绝缘同等的绝缘材料。单相电动机绕组的槽内绝缘结构如图 7-6 所示。

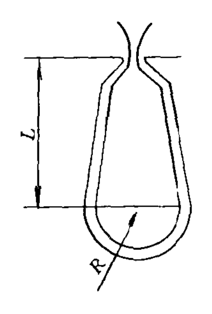


图 7-5 槽绝缘的垫放

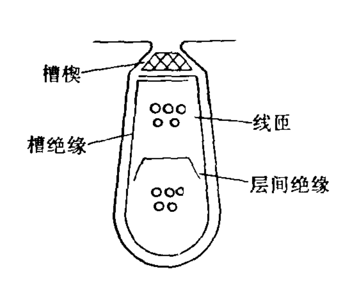


图 7-6 槽内绝缘结构

5. 绕组嵌线

将绕制好的线圈按照设计规定的节距、接法有规律地嵌入铁心槽内，先嵌入全部主绕组，然后再嵌入辅助绕组、调速绕组。嵌线的具体步骤如下。

1）准备好槽绝缘、层间绝缘、相间绝缘、槽楔、整台电动机绕组（即主、辅、调速三套绕组）。以及锤子、剪刀、压线板、理线板、垫打竹板、钢丝钳等材料和工具。

2）仔细检查清理铁心槽内的绝缘残留物、毛刺、杂屑等。然后垫入槽绝缘，槽绝缘伸出铁心两端的距离要相等，并且不得歪斜。

3）认真查看原始技术数据记录，看清主、辅、调速绕组的绕组型式、节距、三套绕组的相互位置及嵌线的先后顺序等。

4）将主绕组第一只线圈的一边捻扁，使其成为扁平的一排状态，从一端槽口斜嵌入线圈的部分线匝或全部线匝。如遇许多线匝堵在槽口时，可用理线板将线匝整齐地括入槽中。

5)把主绕组第一只线圈的另一元件边推过节距槽暂不嵌入槽内，双手在线圈端部压喇叭口。如果是单层链式绕组、单层交叉叠绕组、双层叠绕组等，均要使嵌入线圈数达到线圈节距的槽数时，才能将线圈另一元件边嵌入其节距槽中。此前所嵌线圈的元件边都应留至“吊把”后再嵌入各自槽内。同心绕组、正弦绕组等则可在嵌入第一只线圈的元件边后，即可接着把另一元件边也嵌入槽内。因为上述绕组无须“吊把”，故可同时直接嵌入，直至嵌完主绕组的全部线圈。

6）嵌每极相组第二只线圈及以后的线圈时，应先将线圈间联接线嵌入槽内，然后再把线圈元件边一次拉入槽内。联接线应置于线圈内侧，这样能使定子绕组整齐美观。

7）嵌完主绕组的一个极相组后，垫入层间绝缘，并用锤子和压线板将层间绝缘敲平压实。如果调速绕组是与主绕组同槽布置的，这时即可将调速绕组按主绕组的嵌法嵌入相同槽中。调速绕组嵌入槽内后即可剪去槽口上面多余的绝缘纸，用压线板折转槽

绝缘，然后打入槽楔。在打入槽楔时，要特别注意不要损坏导线及槽绝缘。按同样方法，依次嵌完主绕组、调速绕组的各个极相组。假如调速绕组是与辅绕组同槽布置的，则主绕组的线圈嵌入槽中后就可折转槽绝缘打入槽楔。当然也无须垫入层间绝缘。

8）根据主、辅绕组的相对位置，选定起始槽，逐一将辅绕组各极相组的线圈嵌入槽中，并折转槽绝缘打入槽楔。假如调速绕组是与辅绕组同槽布置，则辅绕组嵌入槽内后即要垫入层间绝缘，敲平压实后嵌入调速绕组，才能折转槽绝缘打入槽楔。

9）嵌线时，在主绕组、辅绕组、调速绕组的端部，相互之间要垫放相间绝缘。

10）嵌到第一节距留下暂未嵌入的线圈边时（即“吊把”线圈），应逐一翻起线圈边，高度以不影响最后一只线圈元件边嵌入为准。最后将“吊把”线圈边嵌入槽中。

11）用锤子和垫打竹板轻敲线圈的端部，使绕组端部成为低于定子铁心内径的一个圆整的喇叭口。

12）修剪相间绝缘，使绝缘纸离开线圈高度不少于2～3mm。

13）如发现槽底绝缘破裂、槽中过于松动等情况，则须垫入同等绝缘材料修复与充实。

14）线圈端部如有凌乱、严重交叉时，须用理线板进行整理。

6. 绕组接线

将嵌好线的定子绕组按原规定的接法，把主绕组、辅助绕组、调速绕组联接起来，具体接线步骤如下。

1）准备好玻璃丝套管、漆布带、腊线、松香、焊锡、引出电缆线，以及锤子、剪刀、钢丝钳、垫打竹板、弹性刮刀电烙铁等材料和工具。

2）根据原始技术数据的记录，检查主绕组、辅助绕组、调速绕组的相互位置、接法、出线方向等。

3）检查所有线圈是否有嵌反及相间绝缘垫错的现象。

4）将所有出线端整理好并选定引出线端出线位置，一般选在

距出线盒最近的地方。

5）按主绕组、辅助绕组、调速绕组的顺序分别自行联接，各套绕组内则采取显极或庶极接法进行联接。

6）接线时，在要联接的两线端上套上玻璃丝套管，套管长度要伸入线圈鼻端 20mm。

7）用图 7-7 所示的弹性刮刀将导线绝缘层刮除，两线端采取平行绞接法联接。电烙铁焊好后要平移离开接头，以免在该处留下焊锡尖端而刺破绝缘。

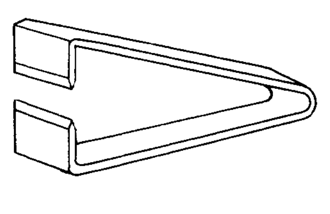


图 7-7　弹性刮线刀

8）量出引出电缆线长度后剪断并剥去接线位置的绝缘，将其与绕组引线端联接、焊好。

9）把焊好的联接线、电缆线的接头位置包好绝缘，套入相应的玻璃丝绝缘套管。

10）将绕组端部喇叭口整理圆整，并用腊线牢固地扎紧。

7. 中间检验

单相电动机在嵌线和接线工作完成后必须进行检验。检验的项目有：外表检查、电阻测量、极性检查、短路检查、耐压试验等。现将检验方法简述如下：

(1) 外表检查　首先检查定子绕组两端长短是否一致，喇叭口是否过大或过小。通常定子绕组端部的内圆不能小于铁心内圆，外圆则不得等于铁心外径。其次还应检查槽底绝缘是否有破裂，槽口绝缘是否包叠好，相间绝缘是否垫到位。最后检查槽楔的长短是否合乎要求，是否有高出槽口的部分，槽楔在槽内有无松动现象等。

(2) 电阻测量　绕组的直流电阻用万用表测量，电阻值小于 1Ω 时用电桥表测量。

(3) 极性检查　用指南针来检查绕组极性是很容易的。一般采取逐相检查，在主绕组、辅助绕组、调速绕组内依次通以低压直流电，然后把指南针放入铁心内圆，沿圆周缓慢移动，移动一

周后看测得的极数和极性是否正确。若发现指南针摇摆不定或极性分布不对等现象，则无疑是联接中有错误。

（4）短路检查　一般用短路侦察器进行，检查时将它跨在电动机铁心内圆的槽上。接通交流电源，并用一细锯片搭在短路侦察器所跨槽绕组元件另一圈边所在的槽口上。当绕组元件短路时，锯条的强烈地振动和噪声，就可以找出嵌放在两个槽内的短路线圈。

（5）耐压试验　为保证电动机绝缘有可靠的电气强度，因此电动机必须在比正常电压更高的电压下进行耐压试验。由于绕组在嵌线、绝缘处理、总装配的过程中，都可能发生绝缘损坏的情况。为此，电动机经过上述工序后，均应按要求作耐压试验。

耐压试验时，如发现绝缘被试验电压击穿后，都须进行修理，甚至换去损坏的线圈和绝缘。为了防止总装后再发生绝缘击穿问题，就须对绕组嵌线后进行一次更高电压的耐压试验，这样可以在绕组浸漆烘干前发现和解决绝缘中存在的缺陷，使总装后绝缘击穿现象不再发生。容量在1kW以下的单相电动机定子绕组的耐压试验电压为：

① 绕组嵌线接线后，为2倍额定电压＋750V；

② 电动机总装配后，为2倍额定电压＋500V，但不少于1000V。

电动机定子绕组的耐压试验用高压试验台进行，高压试验台一般由高压变压器（或电压互感器）；调压变压器；显示用电压、电流表；线路与人身安全保护用的继电器、红灯、电铃等组成。试验时，电压必须从零慢慢升到预定的试验电压，试验时间为一分钟，以加到试验电压后开始计算。当绕组绝缘被击穿时，变压器绕组中电流急增，电压表读数下降，并且一般在击穿处发生烟或火花。为了防止烧坏电动机绕组和试验设备，在试验线路中装有必要的熔断器或继电器来进行安全保护。

8. 绝缘处理

单相电动机重换绕组后都要进行绝缘处理。绝缘经浸漆处理

后，能大大提高各项性能和使用寿命，提高的性能主要如下。

(1) 提高电机绝缘的耐潮性能　任何绝缘材料在潮湿的空气中或多或少总会吸收潮气，对水分更是十分敏感，而很少量的水分就会引起绝缘材料性能显著地恶化。如果将绝缘材料浸在漆中，然后烘干。我们就能用漆将绝缘材料中的空隙填满，或者至少能在表面结成一光滑的漆膜。这样，水分就很难进入绝缘材料内部，因而绝缘材料的电气性能也就得到保障。

(2) 提高电机绝缘的耐热性能　绝缘材料受热都会变质，其绝缘电阻或击穿电压值也就随之降低，这种现象称为绝缘材料的老化。经过绝缘处理后，能降低绝缘材料的老化速度，因而提高了电机绝缘的耐热性能。

(3) 提高电机绝缘的电气性能和机械性能　电动机的绕组在未经绝缘处理时，其电气强度和机械强度都很低。经处理后其内部的潮湿、水分都被驱除，漆也填满了匝间和绝缘层间，相互粘结成一个整体，这样就可以避免由于导体与绝缘层的移动和振动而造成绝缘损伤。

(4) 提高导热性能　电机的绝缘层有大量空气隙，如果不经浸渍处理，这些空气隙就充满空气。空气的导热性能很不好，因此必须用浸渍方法使这些空隙被漆所填满，用浸渍的方法来提高和改善导热性能。

(5) 提高绝缘材料的化学稳定性　在化工厂、矿井中运转的电机，经常要受到酸、碱、氯、氨等作用。绝缘材料直接受这些东西的作用而极易损坏，浸渍后就能防止绝缘材料直接接触这些物质，使其化学稳定性得到提高。

重换绕组后的绝缘处理包括三个过程，即预先干燥；浸漆；浸漆后干燥。现简述如下。

1) 预先干燥（预烘）　预先干燥的目的就是驱除铁心、绕组中的潮湿水分。预先干燥时最应注意的是干燥温度和干燥时间，干燥温度随电动机绝缘材料的耐热等级、绝缘漆的干燥性能等而定。根据经验，预先干燥温度可按下式选择：

预先干燥温度=绝缘的标准耐热温度+（10～20℃）

如采用超过标准耐热温度20℃以上的预烘温度，绝缘的老化程度将增加很多，这是不允许的。另外，预烘时要注意温度是否均匀，否则造成局部过热，也是很危险的。如遇这种情况就可以在干燥时间上缩短一点。重换绕组浸渍前的预烘时间一般为4h。

2）浸漆　重换绕组经过预烘后，待其冷却到50～70℃时就可以进行浸漆。保持这种温度浸漆的原因是这样的，因为当温度低于50℃时，漆对冷的物件渗透能力较小。当温度高于70℃时，又可能引起漆在绕组外表很快结成膜，反而阻碍漆的渗入，而且会引起漆的老化和溶剂的强烈挥发。

浸渍时，漆面应高于电动机顶部100mm以上，待漆槽中汽泡停止10～20min后，再将电动机吊起滴干余漆。滴干时间要随漆的粘度和电机大小而定，一般为15～30min。没有滴干漆的电机，干燥就要费很多时间。绕组以外的其它部分的余漆应揩干净，特别是定子铁心内圆要用布粘少许汽油、甲苯、松节油等溶剂揩净。

3）浸漆后烘干　滴干后的电动机按表7-2规定的干燥温度、干燥时间分两个阶段进行烘干，应特别注意第一阶段温度不能提高，以防止漆液流出影响浸渍质量。重换绕组后的浸漆烘干工艺如表7-2所示。单相电动机的功率一般均在1kW以下，且体积都比较小。因此，它们的烘烤均可在电烘箱中进行。如果没有电烘箱，则可用灯泡、小电炉等烘烤。但这时要注意，灯炮、电炉不要离绕组太近，以免烤焦甚至起火烧坏绕组。

表7-2　E级绝缘绕组浸渍（1032漆）与烘干工艺

工序	工艺过程	温度（℃）	时间	绝缘电阻	注意事项
1	预烘	125±5	4～6h	20MΩ以上	
2	第一次浸漆	绕组 60～70	不冒气泡后 15～20min		立式浸漆，将绕组全部浸入漆液中

（续）

工序	工艺过程	温度（C）	时间	绝缘电阻	注意事项
3	滴漆		30～60min		滴干后应将铁心和其它部分的余漆揩干净
4	烘干	70～80 135±5	2～3h 16～20h	6MΩ以上	
5	第二次浸漆	绕组 60～70	不冒气泡为止		
6	滴漆		30～60min		同第一浸漆时的滴漆
7	第二次烘干	70～80 135±5	2～3min 12min	10MΩ以上	烘干时间和要求以绝缘电阻稳定为限，烘干后应逐渐冷却后取出

采用高强度聚酯漆包线的单相小功率电动机，只进行一次浸漆也可得到良好效果，但漆的粘度应适当提高。一般检修电动机的绕组浸渍，采用一次浸漆即可。

7·2 集中式定子绕组的重绕工艺

定子绕组如发生绝缘严重老化碎裂、短路、断路、通地等故障，而又无法用局部修理方法修复时，就只能重换新绕组。重换新绕组可按下面几个步骤进行。

1. 记录原始技术数据

为使重换定子新绕组的工作能顺利圆满的完成，下列技术数据应查明记载，以作为绕组重换过程中的依据和参考。

1）制造厂名、出厂年、月、日、编号；

2）电动机的型号、功率、电压、电流、转速、绝缘等级、温升；

3）磁极线圈的线径、并绕根数、每极线圈的匝数；

4）磁极线圈的内径尺寸和厚度；

5）磁极线圈外包绝缘的层数及材质。

2. 拆除旧绕组

先将扣住励磁线圈的铁皮扣或销子取出，然后把线圈从磁极上取下来。线圈取下后用两块稍厚的木板夹住，在台虎钳上压平。再拆去包在线圈外面的绝缘带，测量线圈内圈的尺寸及厚度，作为制做绕线模的依据。尺寸一定要量准确，这是重绕定子绕组的关键。尺寸量完后再查线圈的并绕根数和匝数，匝数也一定要记准确。最后用千分表测量导线的线径。将上述数据详细地逐一记下，以备考查。

3. 制作绕线模

绕线模形状可参见图 7-1 所示，线模由两块挡板及斜劈开的两块模心所组成。模心尺寸应完全和拆下的旧线圈内圈尺寸相同，模心厚度则应等于线圈的厚度。因为，如果模心尺寸做小了，绕出的线圈就很难套进磁极去。模心尺寸如做大了，线圈套磁极上就会松动。而且线圈端部伸出过大，容易与电枢或其它部件擦碰而发生故障。所以，模心尺寸准确与否关系到集中式定子绕组重换绕组的成败。模心做好后，再做两块绕线时挡住导线的挡板把模心夹在中间，并在两块挡板上锯 4 个缺口，作为放捆住线圈用的绑线。在挡板和模心的中央处钻上孔，以便装在绕线机上使用。

4. 绕制线圈

将线模装到绕线机上，把计数器刻度调到零位，在挡板开的缺口槽中放入绑线，然后开始绕线圈。绕线时，导线要一匝紧靠一匝地排列整齐，不得相互交叉或松散凌乱。同时还要将导线用手带紧，力求绕出的线圈和原来的一样大。绕到所需要的匝数后，用绑线将线圈捆住，然后将线圈以模心上取下来，这样线圈才不会松散和变形。线圈的首、尾两个线端都要焊接多股细软铜导线作引出线，在引出线的焊接处，应用聚酯薄膜复合纸或玻璃漆布带等绝缘材料进行包垫。使焊接点与线圈导线隔开以加强该处绝缘强度。然后用绝缘带采取半叠包的形式包一遍。包扎时应将引出线包绕一小段在线圈里面，以使引出线紧扎在线圈内部，这样

引出线就不易拉断。最后再用白纱带半叠包一层作为保护层。

5. 浸漆烘干

将包好绝缘的磁极线圈套入磁极，套入前先把线圈的两个端部略弯成和磁极一样的弧度，再用铁皮、销子或其它方法使线圈固定在磁极上。定子绕组按显极接法进行联接，如图 7-8 所示，即定子相邻磁极所产生的磁场极性应是相反的。一个磁极若为 N 极，另一磁极则为 S 极。为使两个磁极能产生相反的极性，就必须使两个线圈联接后里面流通的电流方向相反。如一个线圈为顺时针方向流动，则下一个线圈就应逆时针方向流动。

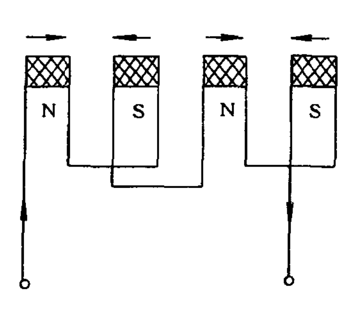


图 7-8　磁场绕组显极接法示意图

绕组采用环氧无溶剂漆或 1032 三聚氰铵醇酸漆浸渍，其工艺过程如下。

1）预烘 4h，90℃2h，120℃2h。

2）待绕组温度降至 60～80℃时，浸渍约 30min，以浸透无气泡为原则。

3）滴干 1h。

4）烘干 7h，90℃2h，120℃5h。

浸烘一般进行两次，每次浸渍后应将铁心上的余漆揩净，以减少以后的清理工作。

6. 中间检验

重绕的集中式磁极线圈，在浸漆等绝缘处理工序之前，应先进行一些检验，以便发现问题容易修复。待检验合格后，方可进行绝缘处理。检验项目如下。

（1）测量电阻　用万用表或电桥表分别测量各磁极线圈的电阻，若电阻值相等，则说明正常。如各线圈的电阻有差别，就可能是匝数不等，绕线时松紧不一或短路现象等。如测量时仪表无

指示，就说明线圈有短路现象。

(2) 检查是否通地　用500V摇表或220V试灯检测磁极线圈是否通地，如有高压试验台用来进行耐压试验则更为方便、准确。

(3) 检验线圈接法是否正确　当磁极线圈联接好以后，为了防止线圈联接出现错误，还应检验磁极产生的极性是否正确。检验方法如图7-9所示，将试灯串接在磁极线圈上，接通电源(交、直流均可)。然后用一根小铁钉放在一个磁极的极面上，小铁钉若被另一磁极吸引(如图中实线铁钉所示)，就说明两个磁极产生的极性相反，两个线圈的联接就是正确的。若小铁钉被另一磁极推斥(如图中的虚线铁钉所示)，就说明两个磁极产生的极性相同，两个线圈的联接就是错误的。

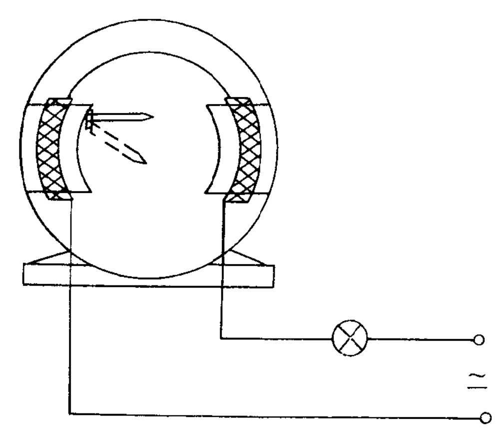


图7-9　用铁钉法检查绕组联接是否正确

7·3　单相串励电动机电枢绕组重绕工艺

电枢绕组产生了短路、断路、通地等故障而且绝缘又老化易碎，无法用局部修理方法修复时，就必须重绕新绕组。重绕新绕组可按下列步骤进行。

1. 记录原始数据

为使重换的新绕组性能尽量达到与原来的一致，因此，在修理电机时，切忌盲目地拆除旧绕组。在拆除旧绕组的过程中，要认真仔细地观察测量旧绕组，并把它的有关数据详细记录下来，作为重新绕制新绕组的依据。记录如表7-3所示，同时选定一个线圈

表 7-3 修理单相串激电动机技术数据记录表

原制造厂：　　　　　　　　　　　　　　出厂年月日：　　年　月　日

型　号		功　率		转　速	
电　压		电　流		绝缘等级	
定子铁心和绕组数据					
内　径		外　径		长　度	
磁极宽度		磁极高度		极弧长度	
气隙长度		线　规		每极匝数	
电枢绕组和换向器数据					
转子槽数		实槽节距		线　规	
每元件匝数		换向器片数		换向器节距	
槽形尺寸图			元件至换向片接头位置示意图		

元件，将它的两条元件边所嵌放的槽和首、尾线端所联接的换向片端部，用油漆或钢冲子作下记号，如图 7-10 所示。这样，就记录了元件的节距以及元件到换向片的接头位置。

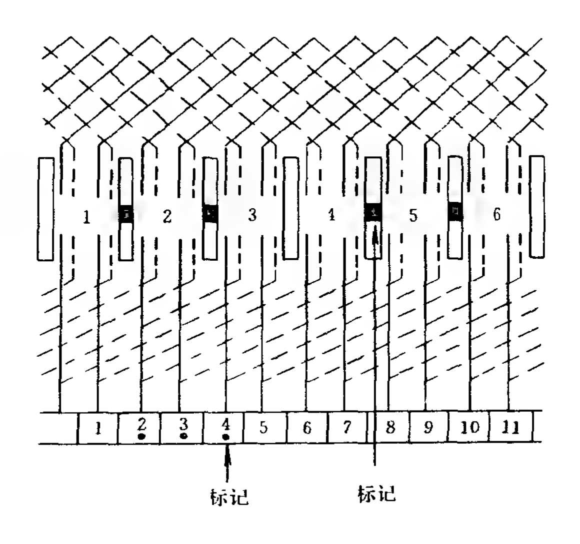


图 7-10　将线圈跨距与换向器节距作记号

2. 拆除旧绕组

电枢绕组都是经过绝缘处理的，浸漆烘干后绕组被绝缘漆粘固为一个整体、异常坚固，要拆除是很不容易的。所以，必须将绕组加热软化后才可能拆除。软化绕组绝缘漆主要有通电加热软化和溶剂溶解两种办法，现分述如下。

（1）通电短路加热法　这种方法就是用短路侦察器来加热电枢绕组。加热时，先将换向片全部用一根无绝缘层的裸导线短路起来，再将电枢平放在短路侦察器上。接通交流电源后，电枢绕组很快就会因感应很大的短路电流而产生高温，经过一定加热时间后绕组就会变软。绕组一旦变软就要乘热迅速拆除，拆时不要将电枢从短路侦察器上拿下来，因为这样可以边拆边继续加热，使绕组能保持一定的温度直到拆完。如果没有短路侦察器，也可以将电枢放在烘箱内加热，以使绕组绝缘漆软化后将其拆除。

(2)溶剂溶解拆除法　采用溶剂溶解拆除旧绕组的方法是，将丙酮 25%、酒精 20%、苯 55%，把这些熔液按质量比例混合起来，然后将电枢绕组浸入溶剂内，待绕组软化后即可取出来拆线。在使用溶剂浸泡时，切记不要使换向器浸入溶剂内，以免换向器受到损坏。

拆除旧绕组时，不论是采取通电加热法还是溶剂溶解法，均可按以下步骤进行拆线。

1）首先拆除扎绳，并在这时查清元件首尾接线端头的接线位置。同时查明元件并绕根数，方法就是察看每一换向片上接有几根线端。每片只有两根线端的，其元件就是单根导线所绕。若每片接有 4 根线端，则元件就是由 2 根导线并绕的。

2）拆除全部槽楔，拆槽楔一般可用磨平刀刃的适当大小的起子顶在槽楔一端的头上，把槽楔敲出。若这样全部推出有困难，也可先敲出一小段，然后用钳子夹住槽楔将其抽出。

3）拆除旧绕组：当槽楔全部拆完后，从绕组端部用钢丝钳先剪断一个线圈组的导线，再用尖嘴钳把剪断的导线从槽里抽出来，依次拆完全部旧绕组。在拆线过程中，要将导线线径、匝数、绕

组节距等数据逐一记入表 7-3 内。

4）拆除旧绕组后的清理　旧绕组全部拆完后，要对铁心和换向器进行清理及检查。其清理步骤如下。

① 用薄锯条将槽内残存的绝缘纸、绝缘漆彻底清理干净。以免减小槽内有效容积，增加重换新绕组的困难。

② 仔细检查转子铁心的槽内和槽口等处，如有尖角、毛刺、或硅钢片高低不平、移动位置等情况，就必须用锉刀将其锉平校正。以免重换新绕组时刺破槽绝缘和导线绝缘，造成绕组通地、短路故障。

③ 旧绕组全部拆完后，将换向片上残留的线头和焊锡用电烙铁全部焊下来。

④ 用一根磨成和线圈元件导线直径一样厚度的薄锯条，将换向片接线槽内的残存焊锡全部清理干净。

⑤ 将粘附在换向器上的一切杂物清理干净，然后用摇表或试灯检查换向片之间和换向片与转轴之间是否有短路和接地现象。此项检查极为重要，必须认真做好。如不经检查就直接绕线，当绕组重绕后再发现换向器的短路或通地故障，其修理就将困难多了。

3. 绕制新绕组

单相串励电动机在重换电枢绕组过程中，电枢绕组重新绕线是关键性的一环。因此，对其绕制原理和操作工艺均应很好掌握。

电枢绕组在重绕之前，应在槽内垫放好新的槽绝缘，绝缘可用一层聚酯薄膜复合青壳纸。槽绝缘应伸出转子铁心槽的两端各约 3～5mm，高出槽口约 10mm。为便于绕线，槽绝缘应随绕随放。此外，在铁心两端绕组所围住的转轴部分，应用玻璃漆布带包扎几层加以绝缘，以免在此处产生绕组接地故障。电枢铁心的绝缘垫放好以后，就可以进行绕线。

小型单相串励电动机电枢绕组的绕线型式有叠绕式和对绕式两种，它们各有其优缺点，现将绕制工艺分述如下。

（1）绕组型式　单相串励电动机的电枢多为单叠绕组。这种

绕组的特点是每一线圈元件的线端头和尾分别焊接在相邻两换向片上，各线圈则顺序串联。这种绕组的线圈元件数与换向片数相等，而线圈元件数和换向片数可为槽数一倍、二倍、三倍。也即是说电枢的一个“实”槽，可由一个、二个、三个“虚”槽组成，电枢绕组“虚”、“实”槽的关系如图 7-11 所示。

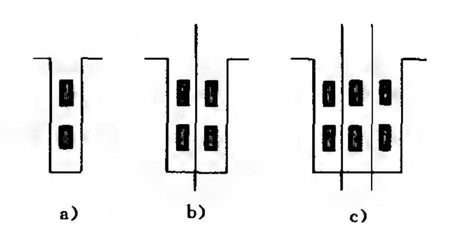


图 7-11 虚槽与实槽的关系

a) 1 个虚槽等于 1 个实槽

b) 2 个虚槽等于 1 个实槽

c) 3 个虚槽等于 1 个实槽

通常为了改善换向消除火花，同时又不要使电磁转矩减少过多。因而线圈元件节距 y_1 的选取原则为：接近全距的短距。用公式表示，那就是：

单数槽转子的元件节距 $y_1=\frac{Z-1}{2}$ (7-1)

双数槽转子的元件节距 $y_1=\frac{Z-2}{2}$ (7-2)

式中 Z——转子槽数。

现以一台 9 槽 9 片的电枢绕组为例，来说明叠绕式和对绕式两种绕线方式的工艺过程。

(2) 叠绕式绕线 这时 $y_1=\frac{9-1}{2}=4$，(即 $y_1=1-5$)。先在 1 槽与 5 槽间绕第一个线圈元件，再在 2 槽与 6 槽间绕第二个线圈。接着绕第三个线圈，直至依次绕完全部线圈元件，如图 7-12 所示。电枢绕组的绕线多为手工操作，为使绕线工作准确、迅速、方便，可以制作一个工具将电枢卡住，如图 7-13 所示。将工具和电枢一起装在绕线机上，一只手转动绕线机，另一只手捏着导线，两手配合将导线绕入铁心槽内。这种工具使绕线方便省力，并且能利用绕线机上的记数器自动记录匝数，以避免绕错。

对于线圈元件与换向片数为槽数的 2 倍或 3 倍的电枢绕组，

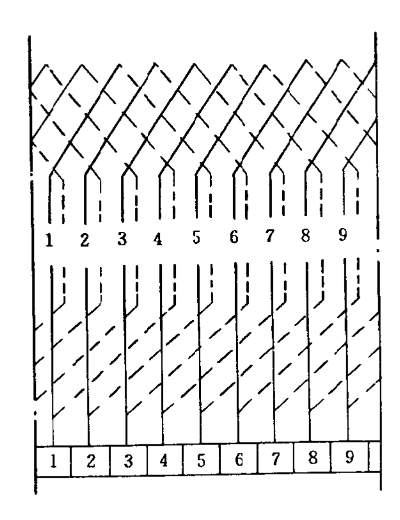


图 7-12　2 极 9 槽单叠绕组展开图

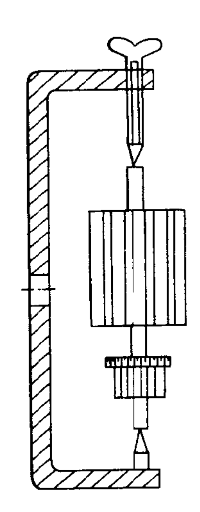


图 7-13　电枢绕线用工具

也即具有 2 个虚槽或 3 个虚槽的绕组，其绕线方法与上述的类似。例如 9 槽 18 片的电枢，先绕第一个线圈元件于 1-5 槽之间，绕完所需的匝数后，抽一个抽头留着。再绕 1-5 槽内的第二个线圈元

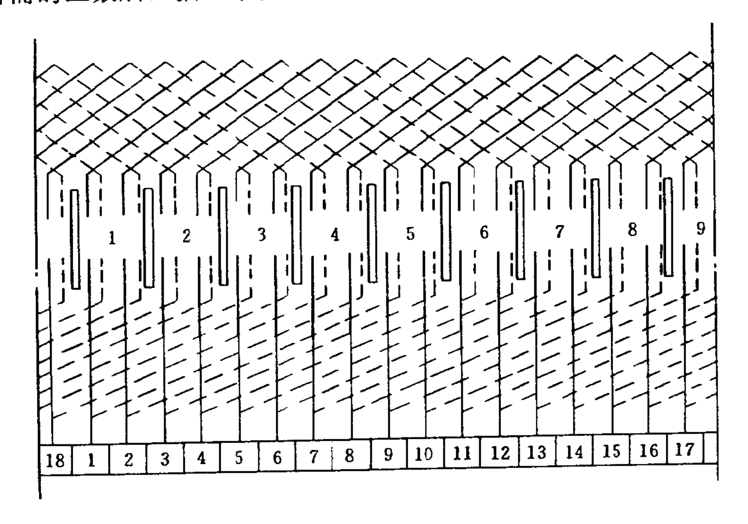


图 7-14　2 极 9 槽（2 个虚槽）单叠绕组展开图

件，绕完所需匝数后同样抽一个抽头留着。接着把第3、4个线圈元件绕于2-6槽内，把第5、6个线圈元件绕于3-7槽内等等，依次绕完全部槽中的线圈元件，如图7-14所示。这种绕法称为连绕法。

为了区别各槽中第一个抽头和第二个抽头，可在抽头上套上不同颜色的套管，或把某一个抽头抽得长一些。

对于每槽有两个或三个线圈元件的电枢绕组，亦可用两根或多根导线并绕一次绕出。绕完所需匝数后把导线剪断，首、尾接线端让它们分别空置暂不接。然后按同样方法绕制其余各槽线圈。全部线圈绕完后，先将各槽各线圈元件的首端依次接入应接的换向片接线槽内，然后用万用表或试灯检试各槽各线圈元件的尾端，让它们按已接入换向片接线槽内的各槽各线圈元件首端的顺序依次排列，然后按规定的接法将各线圈元件的尾端顺序接入应接的换向片接线槽中。如图7-15所示，称为并绕法。

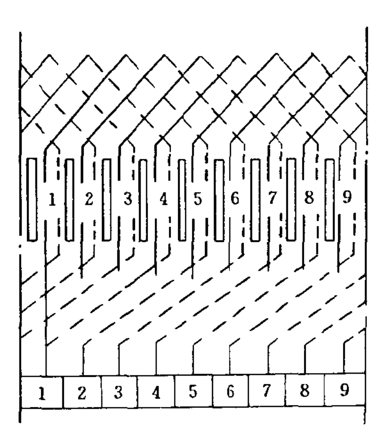


图7-15　2极9槽并绕法的接线顺序

叠绕式接法比较简单，但绕组端接部分长度不一致，重量不平衡，转子转动时易产生振动。由于端部长度不均匀，故各槽线圈元件的电阻值亦有差异，至使电刷所联接的电枢绕组内两条并联支路的电流也不可能很平衡。

（3）对绕式绕线　在对绕式绕线中，不论其每槽内为一个线圈元件或多个线圈元件（几个虚槽），它们的绕法与叠绕式均相同。只是在各槽线圈之间的绕线顺序有区别，下面将对绕式绕线的特点介绍如下。

1）连绕法　开始先从1槽向5槽连续绕三个线圈，第1和第

2 个线圈元件绕完时导线都不剪断，引出适当长度后扭结一段再继续绕线。当绕完第 3 个线圈元件后，才将导线引出适当长度后剪断，这就是第 1 槽线圈组的尾，把它仍放在 1 槽暂时不接。然后从 5 槽向 9 槽绕第 2 个线圈组，第 2 个线圈组的每个线圈元件的绕法与第 1 槽线圈组相同。第 2 线圈组绕完后，将导线引出适当长度后剪断，第 2 线圈组的尾也放在 5 槽暂不接。再将导线从 9 槽向 4 槽绕第 3 个线圈组。其余各个线圈组的绕法可依此类推，直至再回到 1 槽为止。第 9 个线圈组绕完后，整个电枢绕组的绕线工作就完成了，同时每个线圈组的几个线圈也联接好，最后将各线圈组之间的首、尾线端串接起来成为闭合绕组。

2）并绕法　也是同时用三根导线一次绕一个线圈组，每个线圈组绕完后留下适当长度的引线端并将三根导线一起剪断。其线圈组之间的绕线顺序与连绕法一样，也是从 1 槽向 5 槽绕第 1 线圈组，再从 5 槽向 9 槽绕第 2 线圈组，直至绕完全部线圈为止。

3）对绕式单数槽绕线顺序· 上面介绍的均为单数槽对绕法的绕线顺序，为了能全面理解和掌握单数槽对绕法的绕线规律，下面列出几种常见槽数的绕线顺序。

9 槽铁心，节距：1-5 槽；

顺序：1-5，5-9，9-4，4-8，8-3，3-7，
7-2，2-6，6-1。

11 槽铁心，节距：1-6 槽；

顺序：1-6，6-11，11-5，5-10，10-4，4-9，
9-3，3-8，8-2，2-7，7-1。

13 槽铁心，节距：1-7 槽；

顺序：1-7，7-13，13-6，6-12，12-5，5-11，
11-4，4-10，10-3，3-9，9-2，2-8，8-1。

15 槽铁心，节距：1-8 槽；

顺序：1-8，8-15，15-7，7-14，14-6，6-13，13-5，5-12，12-4，
4-11，11-3，3-10，10-2，2-9，9-1。

17 槽铁心，节距：1-9 槽；

顺序：1-9，9-17，17-8，8-16，16-7，7-15，15-6，6-14，14-5，5-13，13-4，4-12，12-3，3-11，11-2，2-10，10-1。

19 槽铁心，节距：1-10 槽。

顺序：1-10，10-19，19-9，9-18，18-8，8-17，17-7，7-16，16-6，6-15，15-5，5-14，14-4，4-13，13-3，3-12，12-2，2-11，11-1。

4）对绕式双数槽绕线顺序　双数槽对绕法绕线顺序与单数槽时略有不同，为理解和掌握这种双数槽对绕法的绕线规律，下面列出几种常见槽数的绕线顺序。

10 槽铁心，节距：1-5 槽；

顺序：1-5，6-10，5-9，10-4，4-8，9-3，3-7，8-2，2-6，7-1。

12 槽铁心，节距：1-6 槽；

顺序：1-6，7-12，6-11，12-5，5-10，11-4，4-9，10-3，3-8，9-2，2-7，8-1。

14 槽铁心，节距：1-7 槽；

顺序：1-7，8-14，7-13，14-6，6-12，13-5，5-11，12-4，4-10，11-3，3-9，10-2，2-8，9-1。

16 槽铁心，节距：1-10 槽；

顺序：9-16，1-8，8-15，16-7，7-14，15-6，6-13，14-5，5-12，13-4，4-11，12-3，3-10，11-2，2-9，10-11。

18 槽铁心，节距：1-11 槽。

顺序：10-18，1-9，9-17，18-8，8-16，17-7，7-15，16-6，6-14，15-5，5-13，14-4，4-12，13-3，3-11，12-2，2-10，11-1。

从上列的绕线顺序可以看出，单数槽的绕线顺序有比较明显的规律性，就是先绕的线圈绕向哪个槽，紧接着要绕的绕圈就从哪个槽开始．所以容易掌握和记住。而双数槽的绕线顺序则不大容易掌握和记忆，好像它的规律性不怎么明显。但双数槽的绕线顺序却有一个不许违背的原则，就是每绕两个线圈组必须相平行，如 10 槽铁心的绕法中，第 2 线圈组必须与第 1 线圈组相平行，第 4 线圈组必须与第 3 线圈组相平行，其余线圈组是 6 与 5，8 与 7，

10与9等相平行，如图7-16所示。图中小圆圈里面的数字表示绕线顺序，箭头表示绕线方向。只要记住这个特点，双数槽对绕法的绕线顺序就较容易掌握和记忆的了。

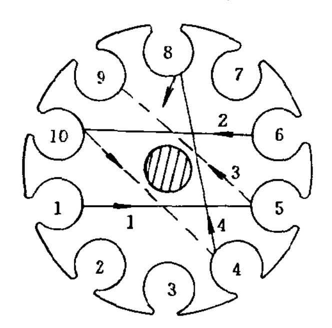


图 7-16　双数槽对绕法的接线顺序

（4）打入槽楔　绕组全部绕完后，就可以把高出槽外的绝缘剪去，先将一边的绝缘压进槽内，盖在绕组的导线上面。再将另一边的绝缘也压进槽内，盖在先压进的绝缘上面，然后打入槽楔，使绕组导线包在槽绝缘内不能脱出槽外。槽楔可用环氧玻璃层压板或油浸竹条制成。槽楔全部打入槽内后，先将非换向端的电枢绕组端部进行整理，并用蜡绳或布带把绕组端部捆住，以防止电枢在高速运转时因离心力的作用甩伤绕组。

4. 线圈元件线端接入换向器

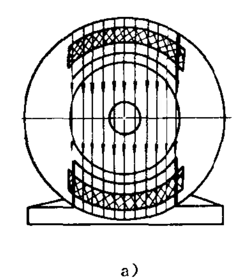
线圈元件首尾端接到换向器的位置正确与否极为重要。因为线端朝哪个方向偏移，偏移多少，不仅会对换向及火花产生影响，对电机的其它性能如转速转矩等也会产生影响，所以应该特别予以重视。

如果在拆除旧绕组时，已将元件到换向器片上的接头位置作了记号，此时就只须照这个记号，依次把线端接入到换向片的接线槽中。

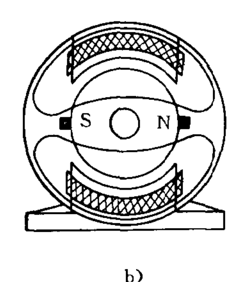
假如在拆除旧绕组时没有记下绕组与换向器的接法，或者电动机经过修理，对原有接线是否正确抱有怀疑等。这时，为了在没有原始记录的情况下能把绕组正确地接到换向器上，就应搞清楚绕组、换向器、电刷和磁场之间的关系，重新进行绕组联接将电枢修好。

（1）电刷位置与换向片的偏移　电刷与换向片经常是与两片或更多片接触的，这些被接触的换向片间的线圈便产生短路。如

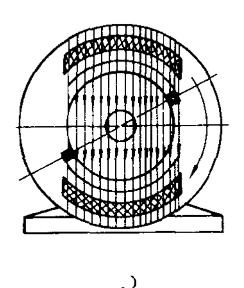
果短路的线圈处于电机的磁场中性区，则线圈内的感应电势很低，短路电流很小，因此换向器和电刷间便没有火花。如果短路的线圈正处于磁极下面，则线圈内有较大的短路电流，引起换向器和电刷间发生火花，并影响到电动机的其它性能。因此，为了防止火花发生，在进行线圈元件与换向器的联接时，应使被电刷短路的线圈两边位于磁场的中性区域，并且应尽可能在中性区中心线附近。掌握了这一原理，要把电枢绕组各线端正确地接到换向器上，就比较容易了。但还须指出的是，由于电枢反应的结果，在电动机工作时，其磁场的中性线会比几何中性线向后偏移一个角度（假定电枢的旋转方向为向前），图 7-17 所示为电枢反应原理。图 7-17a 所示为只有主磁场的情况，此时磁场中性线与几何中性线重合。图 7-17b 为电枢磁场的情况。这两个磁场的合成如图 7-17c 所示，使磁场中性线向后偏移了一个角度。



a）



b）



c）

图 7-17 电枢反应与电刷位置

a）几何中性线与磁场中性线重合 b）电枢磁场情况 c）磁场中性线落后几何中性线

由于电枢反应的存在，使原来处于几何中性线的圈边实际上已不处在磁场中性线上了。如果按几何中性线来考虑绕组线端与换向器的联接位置，势必就会产生火花。对于一些电刷可移动的单相串励电动机，只须把电刷向后移一个磁场偏角，即可减少火花。而目前使用的许多电钻、电锤上的单相串励电动机，其刷握多固定在几何中性线上，移动的可能性极少。要减少火花，在把电枢绕组线端接至换向器时，就不应将线端直接接在和线槽对准

的换向片上，而常常把线端按电枢旋转方向斜出 1～2 片换向片。少数电枢绕组的线端也有接在与槽对正的换向片上的。这是由于设计时其内部磁极与刷握的相对位置有所不同的缘故。图 7-18 所示为电枢槽中心线对应于换向器上的两种不同位置，图 7-19a 为槽中心线对应于换向片上，图 7-18b 为对应于云母片上。在重新确定电枢绕组与换向器的接线时，必须先搞清楚电动机的旋转方向，才能确定线端应偏移的方向是朝左还是朝右。

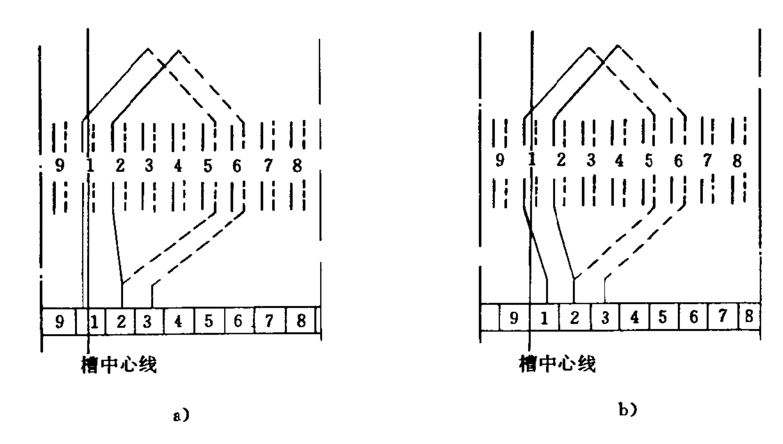


图 7-18　电枢槽中心线对应于换向器上的位置

a) 槽中心线对准换向片　b) 槽中心线对准云母片

由于电钻、电锤的钻头都是单方向顺时针旋转，但内部电枢的旋转方向则不一定是顺时针的。这是因为电枢与钻头之间经过不同级数的齿轮减速后，才确定下最终的顺时针旋转方向，这点在确定电枢转向时应特别予以注意。

(2)线圈元件线端的焊接　元件线端的焊接要求认真仔细，只要稍不注意就有可能发生接线错误、焊接质量差等许多故障，导至费力不讨好的返修。因此必须认真按要求做好这一步工作。

首先在绕组端部与换向器之间要用玻璃丝带或其它绝缘材料填满，外面再包一个玻璃漆布带的锥形套，以使绕组端部与引线隔开。相邻两引线之间则夹一条漆布带，作为引线之间的绝缘；也

可将引线套以玻璃丝漆套管来绝缘。然后将导线线端的焊接处的绝缘漆刮除干净，以便焊接。在刮除导线绝缘漆时，注意不要让刮下来的漆层、铜屑落入线圈内，以免造成短路故障。绝缘漆层刮除以后，就可以将线端嵌入应接的换向片线槽中。待线端全部接完后，就可以进行焊接。焊剂应选用松香酒精溶液，而决不可用带有腐蚀性的焊锡膏或焊锡水。焊接前，应在换向片的线槽中涂以少量的松香酒精溶液，以避免高温烙铁接触此处时产生表面氧化而不利于焊接质量。焊接时，应把换向器端放低，另一端放得高些，使转子处于倾斜位置，以防止焊锡流入线圈内部而造成短路故障。全部焊完后，用刀割去接线槽外伸出的多余线端，最后将换向器片间的焊锡杂物清除干净。焊接时烙铁的温度要足够，离开焊接处时要迅速，使线端焊接得牢固，表面光滑。若烙铁头焊接面不平整未挂锡或氧化物太多，则应将烙铁头焊接面锉平去除氧化物后再重新搪上锡，线端焊完后，就要进行端部绑扎与检验。

（3）绕组的端部绑扎与检查试验　单相串励电动机的转速一般都比较高，因而离心力很大。在离心力作用下绕组端部和引线端都极容易飞散开来。因此在靠近换向器一端的绕组端部，必须绑扎一层蜡线，线径的粗细应根据转子直径的大小适当选用。

电枢绕组重绕完毕后，必须进行以下一些项目的检查试验，以确定重绕结果是否正确。这些检查试验是：①线圈元件是否反接；②线端接线位置是否错误；③绕组内部是否有断路及短路；④绕组是否通地。检查方法如前所述，此处不再重复。这些检查试验必须在绕组浸渍处理以前进行，因为经过浸渍处理后绕组就成为一个整体，到那时发现故障就不易返修了。电枢绕组经过上述检查，如果一切正常，可将电动机装配起来，进行短暂的运转试验。首先观察其旋转方向，如果反向旋转，则可将励磁绕组与电刷架联接的两根线端互换一下，即可改正。如果火花较大，而调整电刷质量、弹簧压力、接触面吻合的好坏等方面又无法使火花减少，那就可能是线圈元件到换向器的接线位置不正确。这时，可用移

动电刷架的方法来调整火花的大小。如果刷架的位置不能移动，那就必须改变线圈元件到换向器的接线位置。此时可设法移动端盖的位置，由于电刷固定在端盖上，移动端盖的位置也就是移动了电刷的位置。如果端盖的位置逆时针方向转过5°，因电动机较小，那线圈元件到换向器的接线位置就必须顺时针方向移动5°。

进行运转试验时，必须特别注意以下两点：

1）从前面我们知道，单相串励电动机具有较软的机械特性，其空载转速远比满载转速高。因此，它是不能在额定电压下空载运行的，以免离心力过大而损坏电枢绕组。进行运转试验时，一定要带负载或在低电压下进行。同时用转速表监视转速，使其不要超过额定值。

2）运转试验的时间不能太长，因为电枢绕组尚未浸漆，绕组的机械强度和耐热能力都不高，在离心力作用下很容易散开而损坏。

(4）绕组的浸渍烘干　如果运转试验一切正常，这时就可以进行最后一道工序，浸渍与烘干。当采用无溶剂环氧树脂漆浸渍时，它的工艺如下。

1）预烘4h，90℃2h，120℃2h；

2）保持转子温度在110℃左右浸渍，以浸透为原则；

3）滴干1h；

4）烘干15h，90℃1h，120℃14h。

为了保证转子平衡，在滴干、烘干时，必须将转子直立放置，以免漆液固化在转子的一边，容易造成不平衡。一般要求用同样的方法浸烘两次。第一次换向器朝上直放，第二次换向器朝下直放，以使两端漆膜均匀。浸渍时，要使漆充满槽内的空隙。烘干时必须使漆充分固化，以使转子形成一个坚固的整体。

电枢绕组经浸漆烘干后，仍要进行一次短路试验和耐压试验。试验方法如前所述，此处就不再重复。

第 8 章　单相异步电动机修复后的必要试验

单相异步电动机经大修或重换绕组后，均应进行必要的检查试验，以确保电动机的修理质量和安全可靠运行。检查试验内容主要有外观检查，绝缘电阻、直流电阻测量，耐压、空载、短路试验等项目，现将这些检查试验分述如下。

1. 外观检查

主要检查电动机的装配质量。如零部件装配是否正确，紧固件是否旋紧到位，转子转动是否灵活，有无碰擦现象。轴承运转是否平稳、轻快，有无停滞现象。声音是否均匀，有无夹带杂音，以及出线端标记是否正确等。通过外观检查，有时能发现电动机存在的许多问题，使其极早得到解决。

2. 绝缘电阻测量

用 500V 的兆欧表测量绕组对机壳及主、辅绕组间的绝缘电阻。如果主、辅绕组的首、尾端均已引出机壳外，则应分别测量主、辅绕组对机壳和相互间的绝缘电阻。但如主、辅绕组已在电动机内部接在一起，引出机壳外的已是它们共同的首、尾端，这时也就只能测量绕组对机壳的绝缘电阻。重换新绕组后的电动机，其绝缘电阻在室温下通常都在 20MΩ 以上。如测出的绝缘电阻值达不到要求时，则应查明原因，对症解决。

3. 直流电阻测量

将被测电动机在室内静置几小时，使其达到实际的冷却状态。然后用万用表或电桥测量主、辅绕组的出线端，将所测电阻值与旧绕组的电阻值对比，从中可以核对新绕组的线径、匝数、接法、线模尺寸是否正确，以及是否有焊接质量和短路故障存在等。

4. 耐压试验

应检查电动机绕组对机壳及主、辅绕组间的电气绝缘强度，特别是考核主绝缘是否存在局部缺陷。耐压试验按图 8-1 所示的接线方式进行。

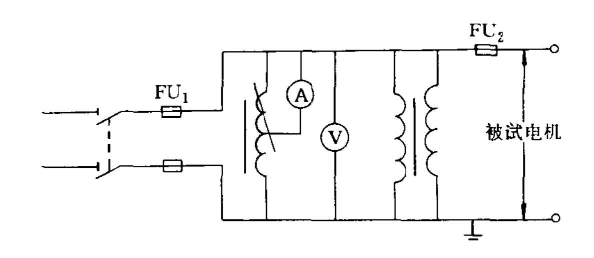


图 8-1 耐压试验的接线示意图

试验时，加在电动机绕组上的电压应逐渐增高，从试验电压值的 50%上升到全值时的时间不得少于 10s。在全值电压处应保持 1min，然后迅速降至试验电压值的 50%以下，即可断开电源。主、辅绕组在电机内部已接在一起时，则只进行绕组对机壳的高压试验。单相异步电动机功率在 1kW 以下的，其试验电压为 2 倍额定电压加 500V，但相加后不少于 1000V。1kW 以上的，试验电压为 2 倍额定电压加 1000V，但相加后不少于 1500V。试验时间均为 1min。

5. 空载试验

进行空载试验，除了观察电动机的运转情况以检查装配质量外，还可以测量空载电流和转速。根据空载电流是否超出规定值，可以核查电动机绕组的接线和线圈匝数是否正确。一般 1kW 以下电动机的空载电流应为其额定电流的 40%～50%。如果空载电流大于上述范围，就有可能是重换绕组时减少了匝数，或者是定子、转子间气隙过大、转子铁心轴向移动等。如空载电流小于上述范围，则可能是重换绕组时增加了匝数。

6. 旋转方向的检查

从前面已经知道，单相异步电动机的旋转方向与其主、辅绕

组的相互位置有关，也即与主、辅绕组出线端的相互联接有关。但某些电动机，其主、辅绕组在电机内部已接在一起，这时要在外部改变电动机旋转方向已不可能（有双向旋转出线端的除外）。因此，在空载试验时如发现这类电动机的旋转方向不对时，应将电动机内部的绕组接线予以改接，使之符合正确的转向。

7. 电容器的检查

电容器在单相电容电动机中主要起移相作用，使电动机的主、辅绕组形成 90°电角度的相位差，产生起动转矩而旋转。单相电容电动机中经常使用的电容器为纸介电容器和电解电容器两种。检查时主要看电容器是否出现失效、短路、断路、接地等故障的迹象，如有故障现象就须进一步检查，方法如前所述。如一时难以修复就只有更换新电容器。

8. 起动装置的检查

单相分相式异步电动机的起动装置，主要有离心开关和多种型式的起动继电器。起动装置的工作失灵，将使电动机不能顺利起动及难以进入正常运行状况，严重时还会导致辅助绕组产生高温，甚至烧毁。故应对离心开关和起动继电器进行必要的检查。

（1）起动装置断路　这时电动机不能起动，如果起动装置是离心开关，则应检查电动机静止和低转速时，其触点是否接触良好。检测时可用手转动电动机转轴使其旋转，同时用万用表的电阻档测量离心开关触点的接触情况。若发现离心开关接触不良，则应将电动机外盖拆开，详细检查离心开关的各个部件，找出故障处进行修复。

如起动装置是继电器，则可将与辅助绕组串接的起动继电器两个触点短接。然后通入电源，若电动机能起动，则说明是起动继电器的触点接触有问题。产生的原因可能是继电器触点损坏，或是弹簧失效，继电器线圈断路等所引起的。这时应逐一找出故障原因，予以解决。

（2）起动装置失灵　这时辅助绕组在起动过程结束后仍不能脱开电源。检查这种故障时，可将辅助绕组与电源联接的一端拆

开，仅将主绕组接入电源，同时用手转动电动机转轴，若电动机能达到额定转速，则说明是辅助绕组在电动机起动后未脱离电源，产生这类故障的原因可能有以下几种。

1）离心开关或起动继电器的触点已被烧结在一起，无法脱开。

2）起动继电器的弹簧失效，其张力减弱，无法使触点在电动机起动后断开。

3）转轴的轴向位置调整不当，将离心开关压得太紧，致使在电动机起动过程完成后，其触点仍无法断开。

对这些故障应找出原因予以处理，使起动装置能够正确动作。

9. 单相串励电动机换向装置的检查

单相串励电动机的换向装置包括换向器、电刷、刷盒和刷架。串励电动机运行的可靠性在很大程度上取决于换向装置的整体质量，它们性能的优劣对整个电机有很大影响。因此，大修和重换绕组后的串励电动机应对这一部分做认真的检查。

（1）换向器的检查　从外观检查，换向器表面不得有凹凸不平、局部变形和偏圆等现象，而应平滑光洁、整体圆正。还应仔细检查换向器表面是否有划伤、烧伤，以及是否有碳粉、灰尘、油垢等杂物充填在云母槽里或粘附在换向器表面上。如有上述情况存在，则应认真清除整理，否则将使电刷与换向器因接触不良而产生大的火花，以致造成严重后果。

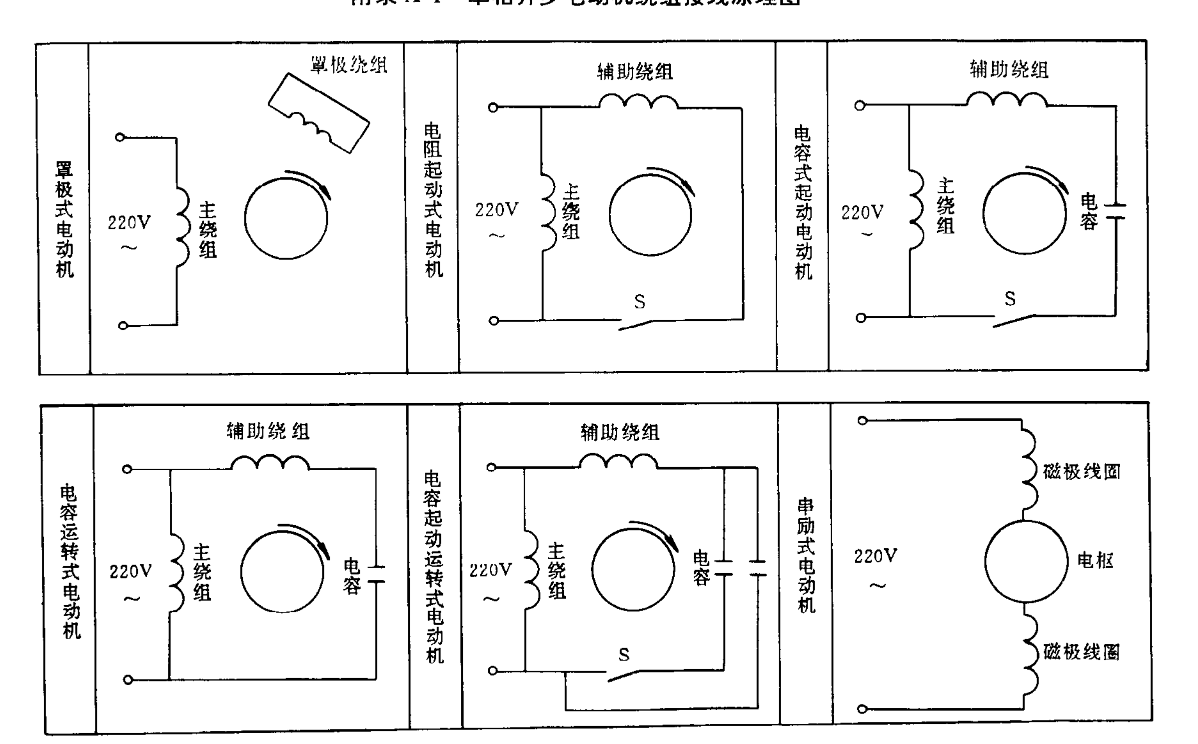
（2）电刷的检查　电刷的尺寸大小应合适，尺寸太小则电刷会在刷盒中晃动，而尺寸太大又会被刷盒卡住使电刷不能上下自由移动。以上两种情况都会造成电刷与换向器接触不良，运行时就会产生大的火花，严重时甚至不能正常运行。电刷如因磨短、残缺、铜丝辫松动、断丝，或由于电刷的不均磨损造成电刷与换向器表面不能全面吻合等缺陷，都会造成电刷与换向器的接触不良。这时就应视电刷的缺损程度，予以调整、修复或更换。

（3）电刷盒、架的检查　应检查电刷盒上的弹簧是否失效，压力是否符合要求。如弹簧压力不足或失效、断裂，则应更换为同

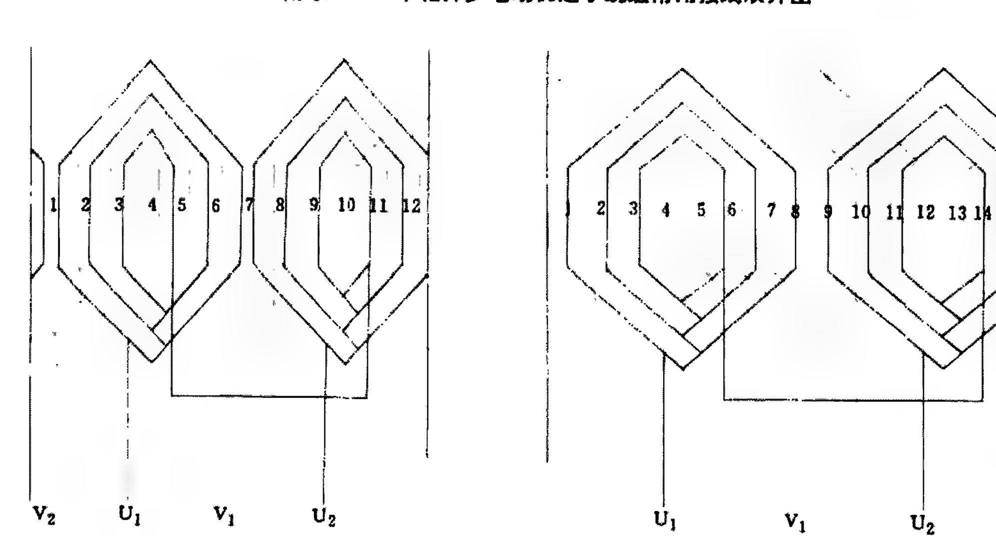
一型号的新弹簧。此外，还应检查电刷盒、架是否有烧损、碎裂、接地等现象。一般明显的接地凭眼力就能看出，难以确定的接地故障，则可以用万用表或试灯进行检查。检查时，应将电刷从刷盒中取出，并将刷架上的绕组引线端拆下来，使刷盒、刷架完全与电动机电枢绕组分开。然后将万用表旋至电阻档（或用试灯），表笔一端接触刷盒、刷架，另一端接触机壳，如果这时所测电阻值很小（或试灯发亮），就表明刷盒、刷架已接地，然后就应找出故障处，予以修复。

附录A　单相异步电动机定、转子绕组布置图、接线图

附录A 1　单相异步电动机绕组接线原理图

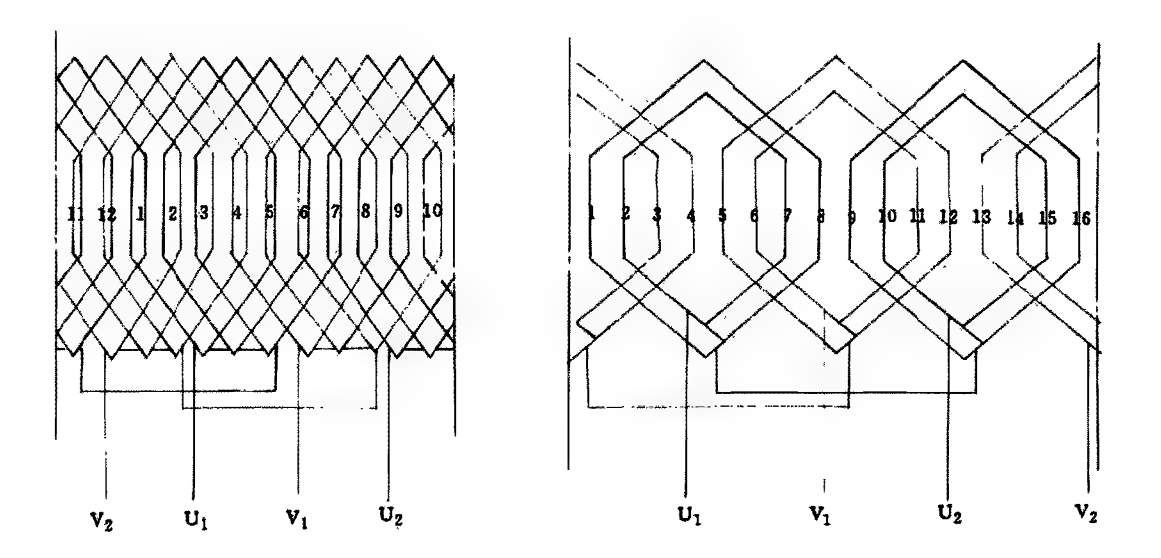


附录 A-2　单相异步电动机定子绕组常用接线展开图



附图 A－1　2 极 12 槽单相同心绕组接线展开图

附图 A－2　2 极 16 槽单相同心绕组接线展开图之 1

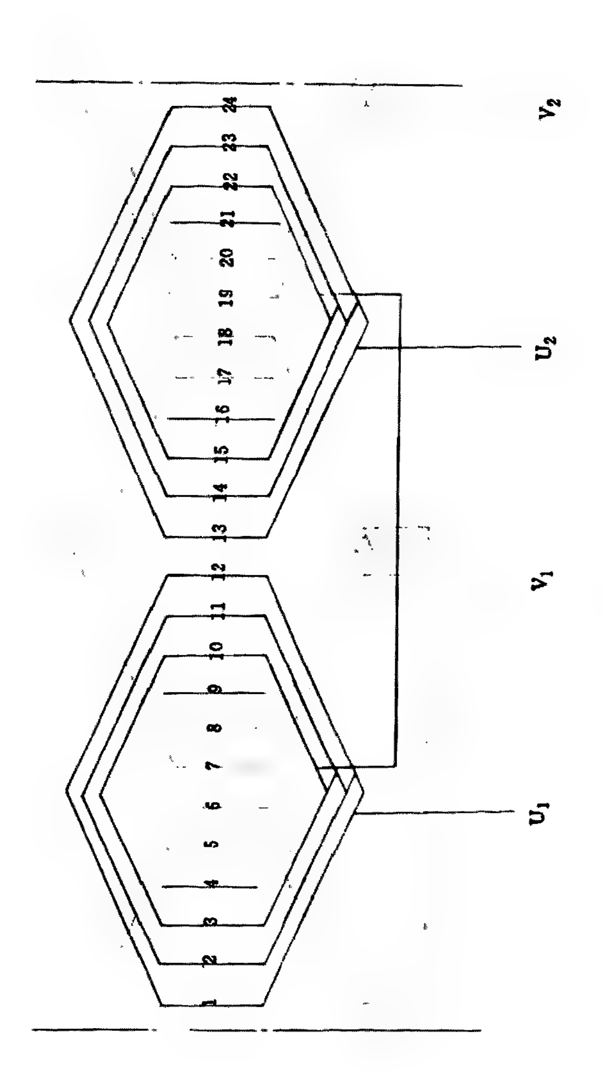


附图 A－3　2 极 12 槽单相双层叠绕组接线展开图

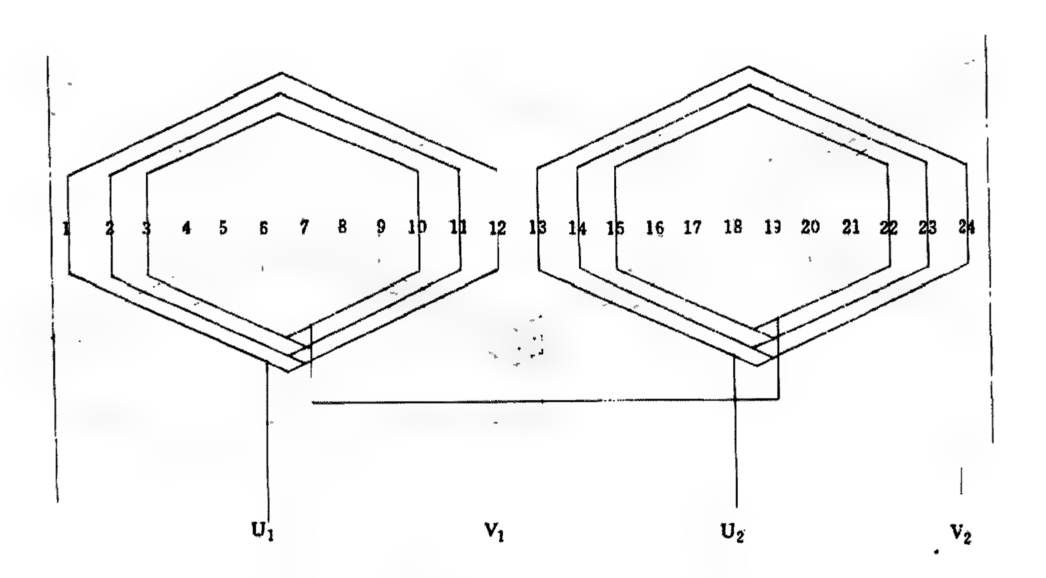
附图 A－4　2 极 16 槽单相同心绕组接线展开图之 2



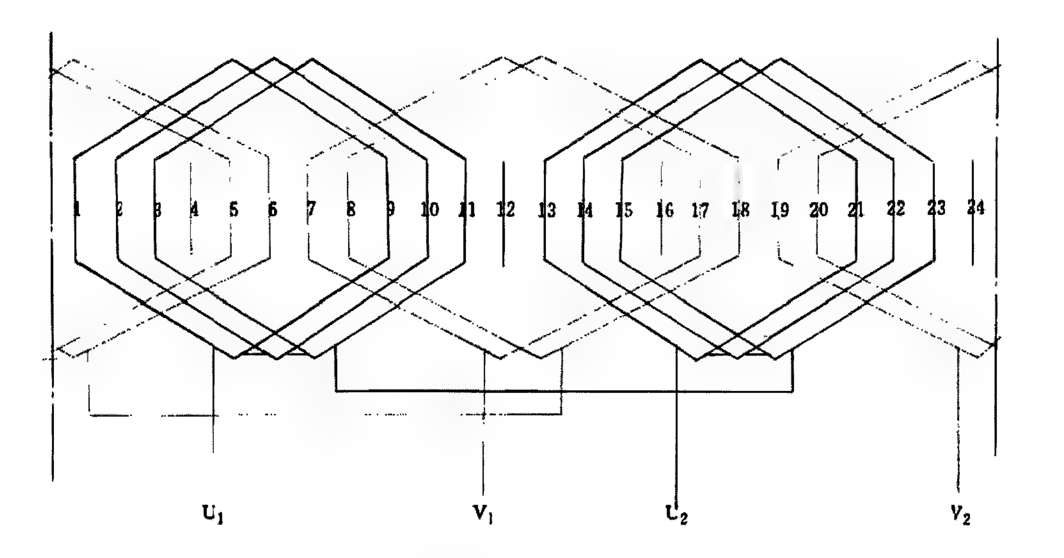
附图 A－5　2 极 24 槽单相同心绕组接线展开图



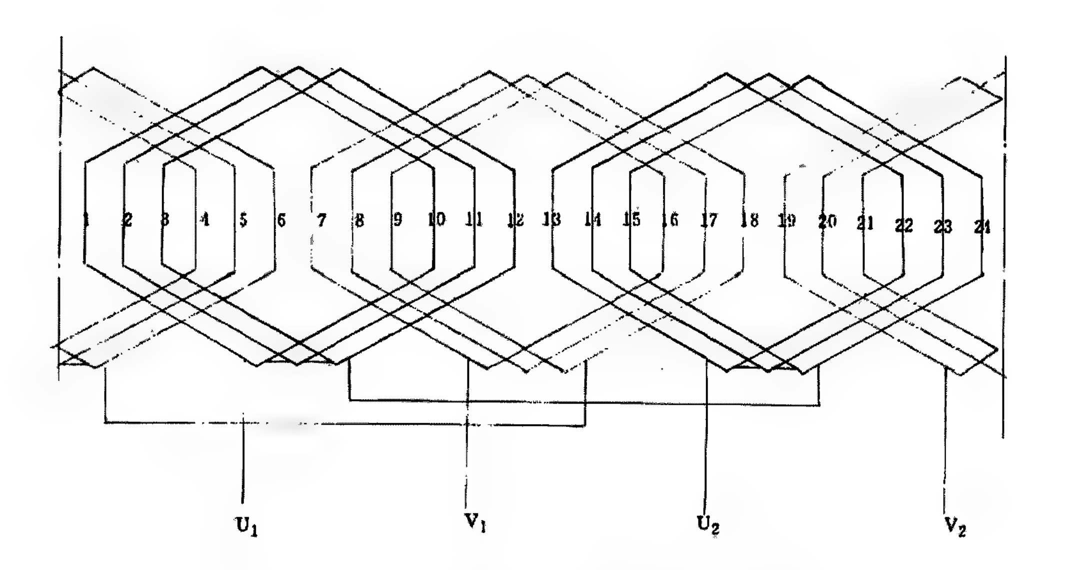
附图A－6　2极24槽单相同心绕组接线展开图之1



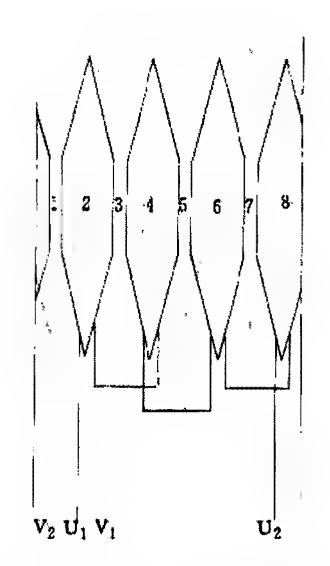
附图 A－7　2 极 24 槽单相同心绕组接线展开图之 2



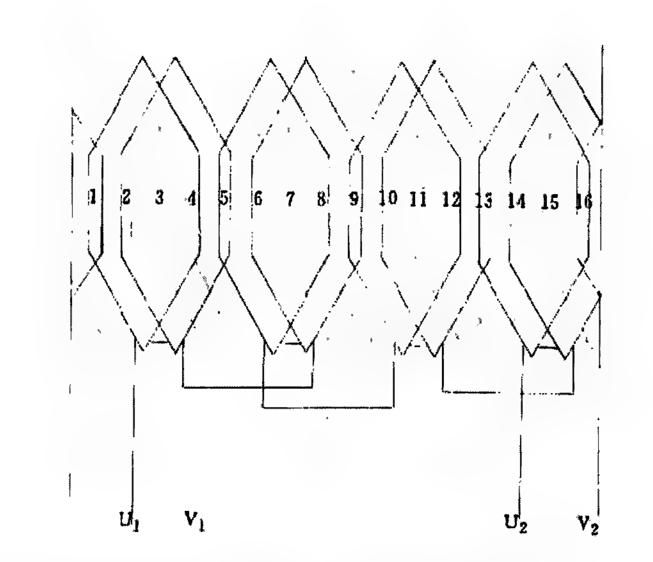
附图 A－8　2 极 24 槽单相层链式绕组接线展开图之 1



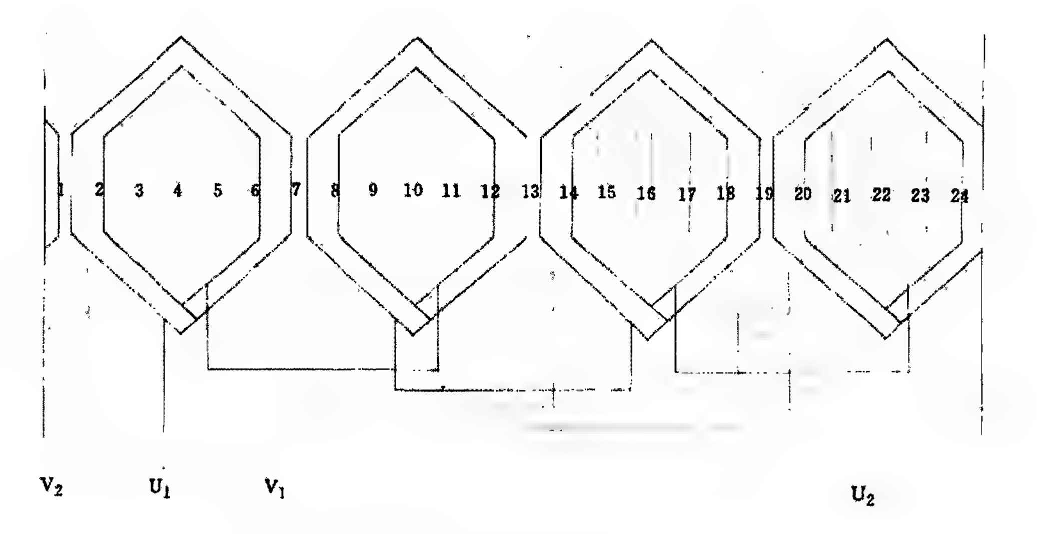
附图 A－9　2 极 24 槽单层链式绕组接线展开图之 2



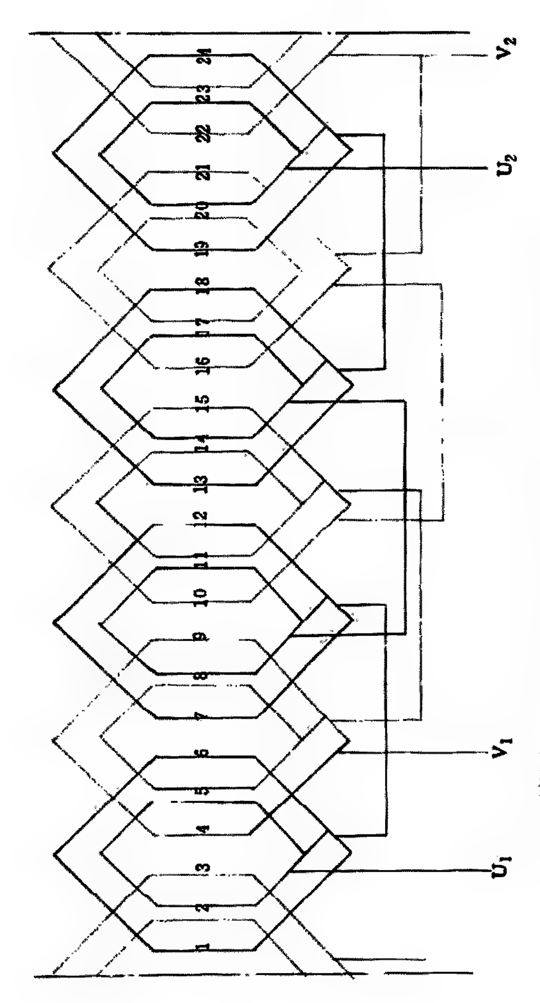
附图 A－10　4 极 8 槽单相双叠绕组接线展开图



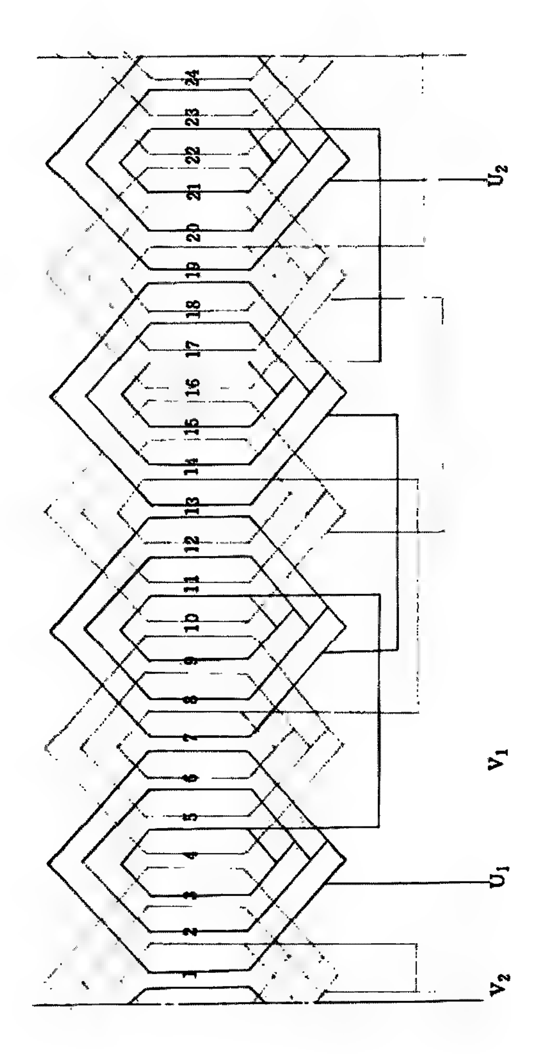
附图 A－11　4 极 16 槽单相双叠绕组接线展开图



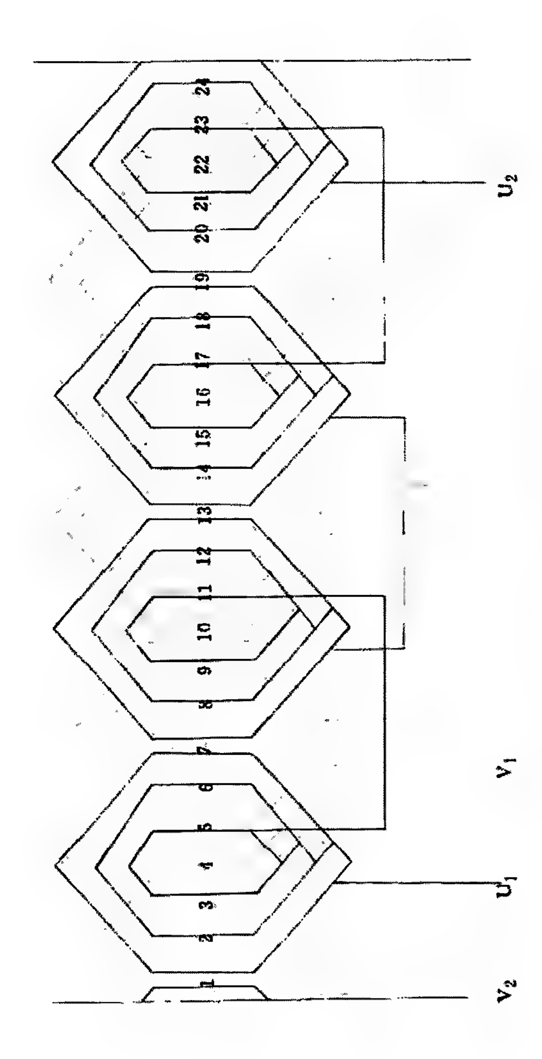
附图 A－12　4 极 24 槽单相同心绕组接线展开图之 1



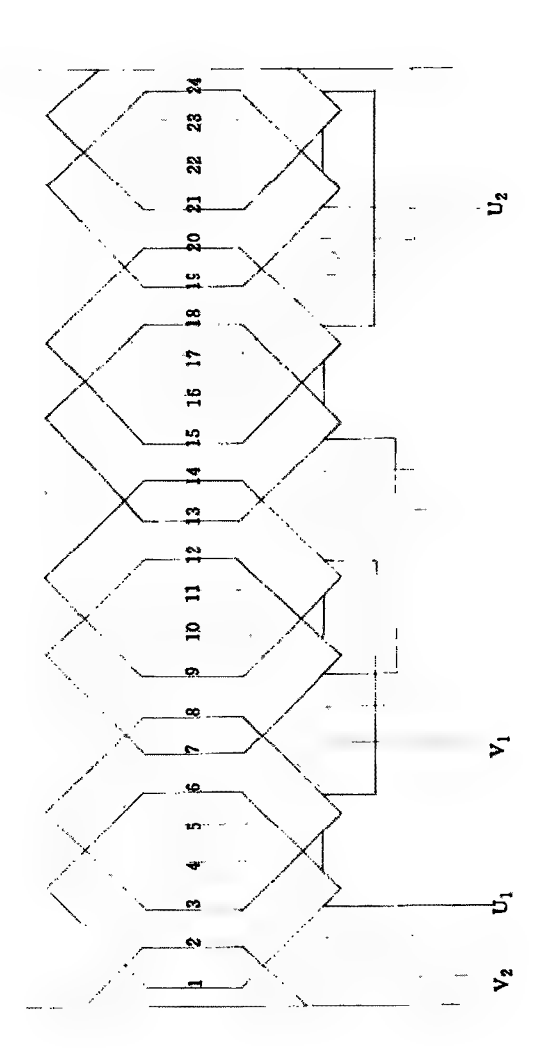
附图 A-13　4 极 24 槽单相同心绕组接线展开图之 2



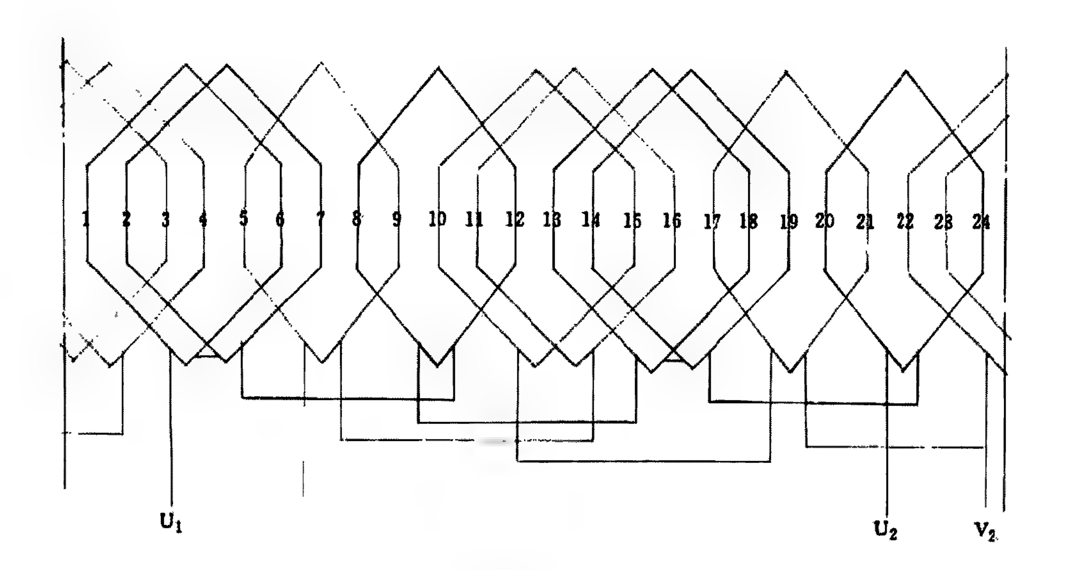
附图A－14　4极24槽单相同心绕组接线展开图之3



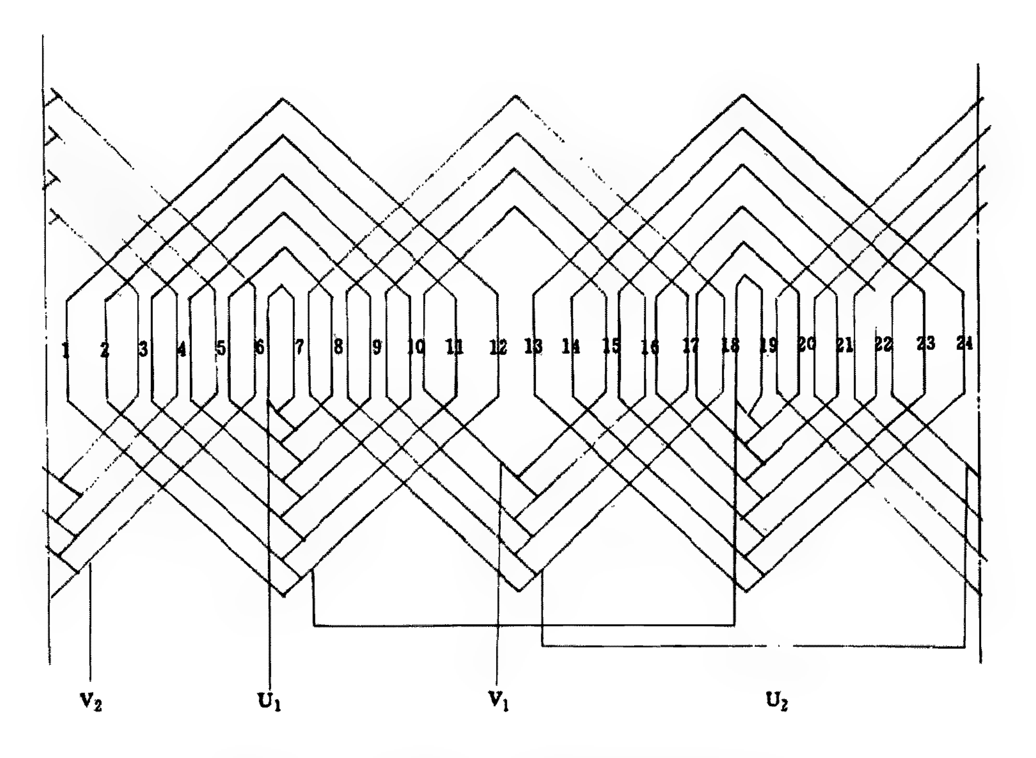
附图 A－15　4 极 24 槽单相同心绕组接线展开图之 4



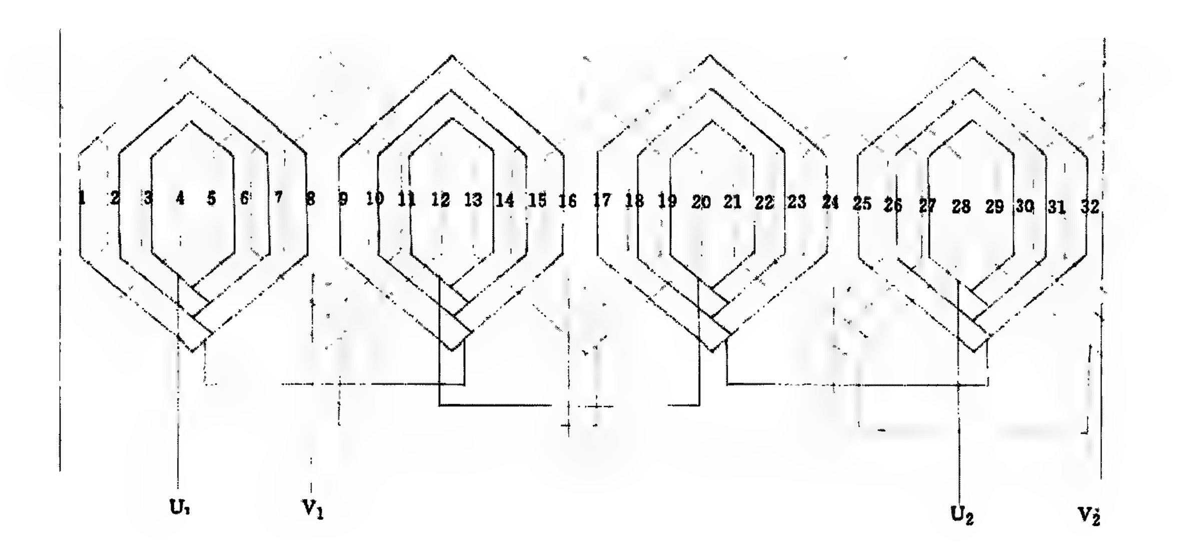
附图A－16　4极24槽单相单层链式绕组接线展开图



附图 A－17　4 极 24 槽单相单层交叉式绕组接线展开图



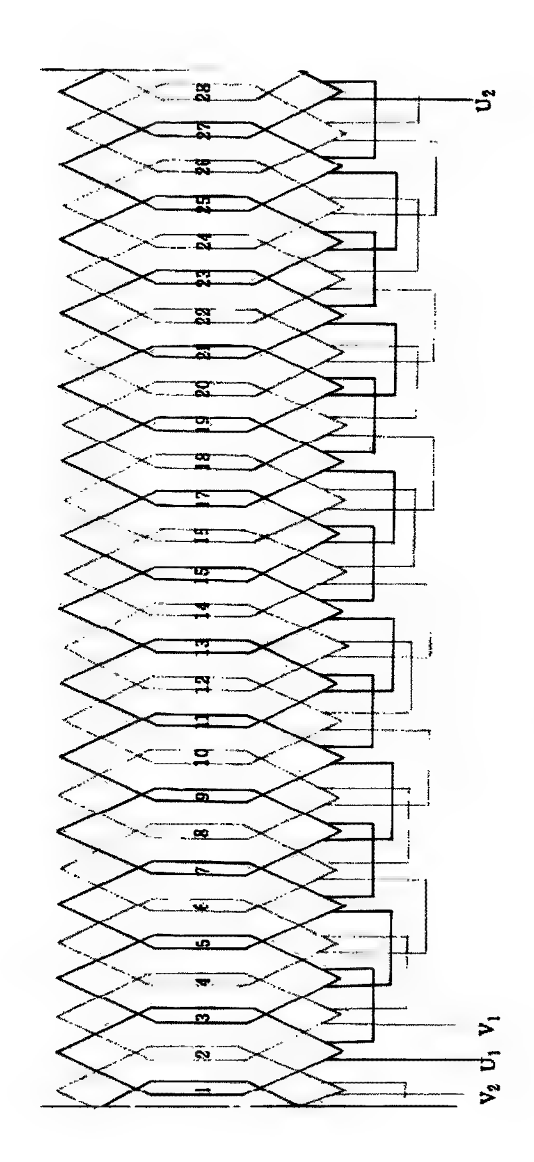
附图 A－18　4 极 24 槽单相同心绕组庶极接法接线展开图



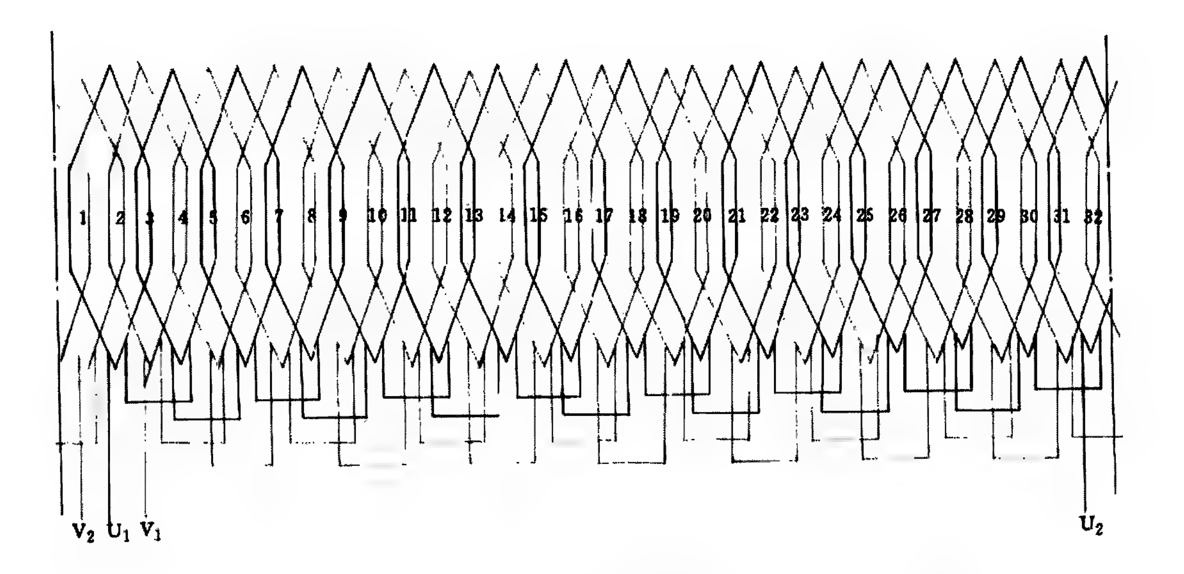
附图 A－19　4 极 32 槽单相同心绕组接线展开图



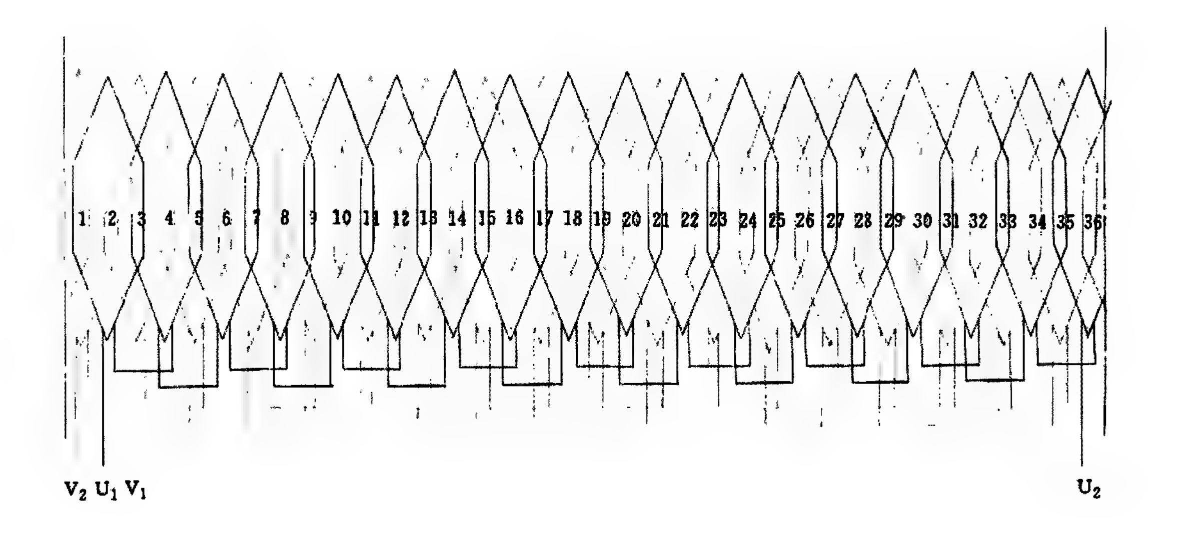
附图 A-20　4 极 11 槽单相同心绕组接线展开图



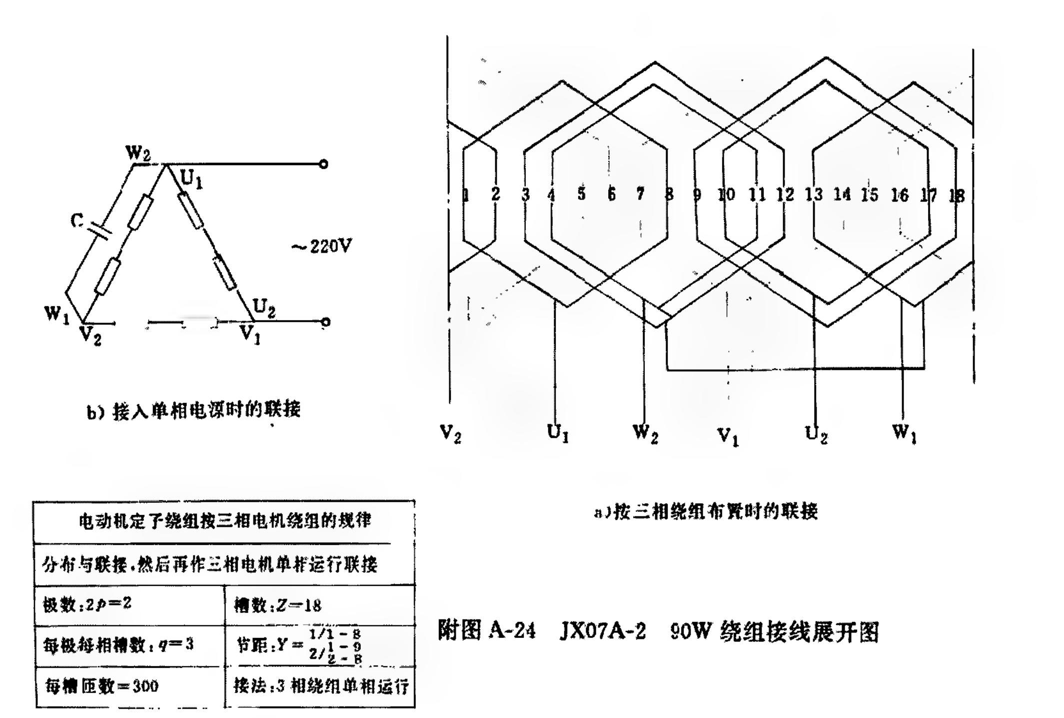
附图 A－21　14 极 28 槽单相双层叠绕组接线展开图（用于吊扇电动机）



附图 A－22　16 极 32 槽单相双层叠绕组接线展开图（用于吊扇电动机）



附图 A-23　18 极 36 槽单相双层叠绕组接线展开图(用于吊扇电动机)

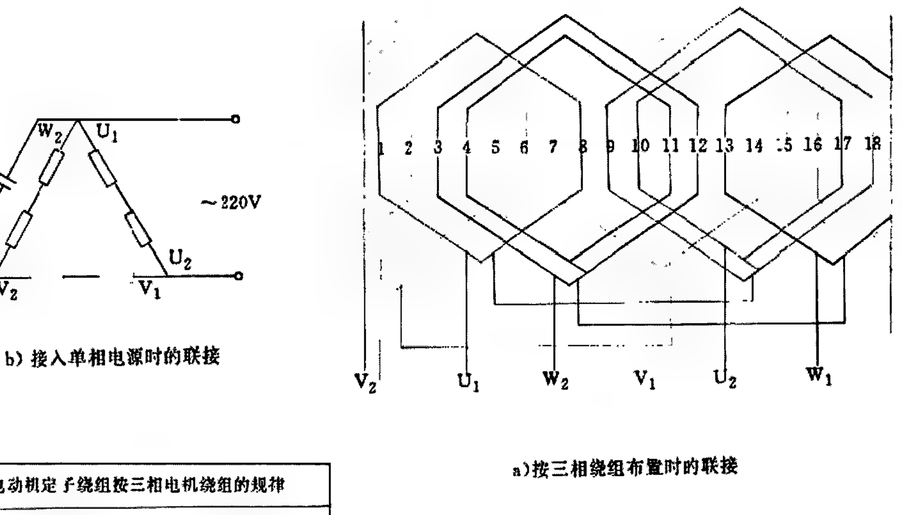


b）接入单相电源时的联接

a）按三相绕组布置时的联接

电动机定子绕组按三相电机绕组的规律	
分布与联接，然后再作三相电机单相运行联接	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=18$
每极每相槽数：$q=3$	节距：$Y=\begin{matrix}1/1-8\\2/\begin{matrix}1-9\\2-8\end{matrix}\end{matrix}$
每槽匝数＝300	接法：3相绕组单相运行

附图 A-24　JX07A-2　90W 绕组接线展开图

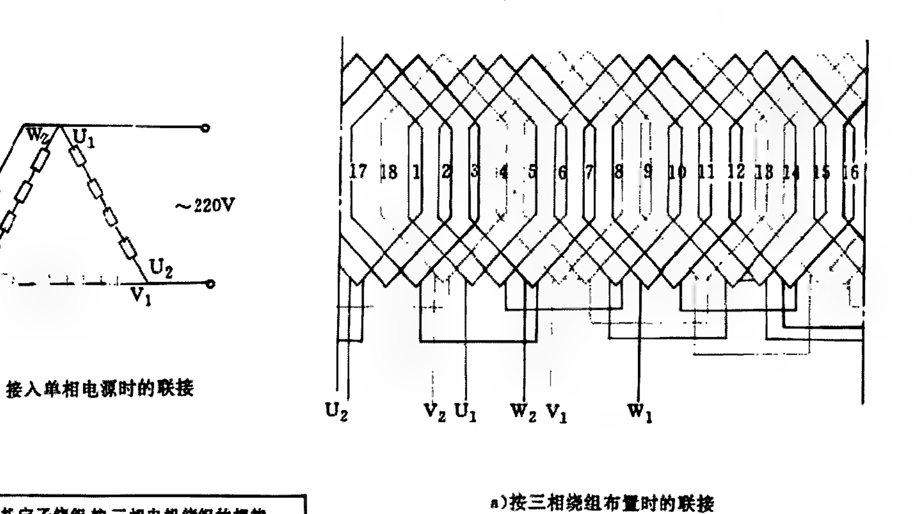


b) 接入单相电源时的联接

a)按三相绕组布置时的联接

电动机定子绕组按三相电机绕组的规律分布与联接，然后再作三相电机单相运行联接	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=18$
每极每相槽数：$q=3$	节距：$Y=\begin{matrix}1/1-8\\2/\begin{matrix}1-9\\2-8\end{matrix}\end{matrix}$
每槽匝数＝364	接法：3相绕组单相运行

附图 A-25　JX07B-2　60W 绕组接线展开图

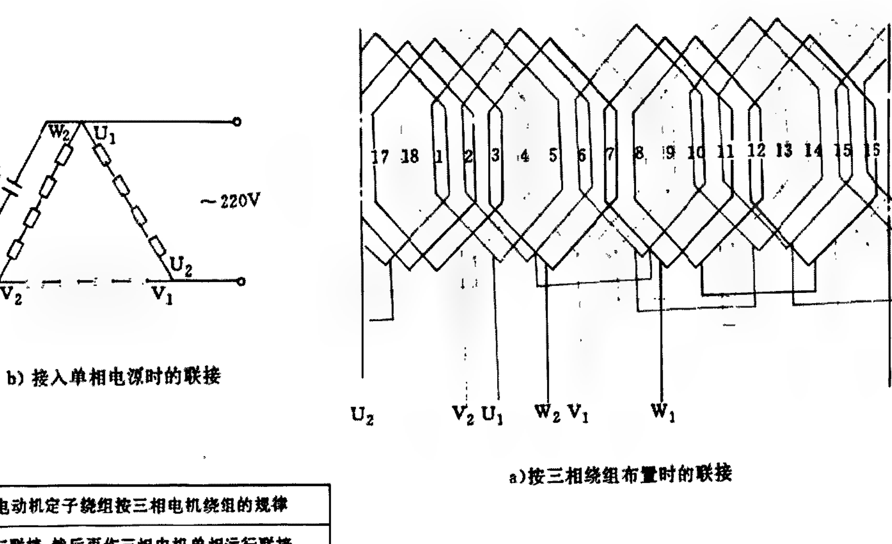


a)按三相绕组布置时的联接

b）接入单相电源时的联接

电动机定子绕组按三相电机绕组的规律	
分布与联接，然后再作三相电机单相运行联接	
极数：$2p=4$	槽数：$Z=18$
每极每相槽数：$q=3$	节距：$Y=1-5$
每线圈匝数＝235	接法：3相绕组单相运行

附图 A-26　JX07A-4　60W 绕组接线图



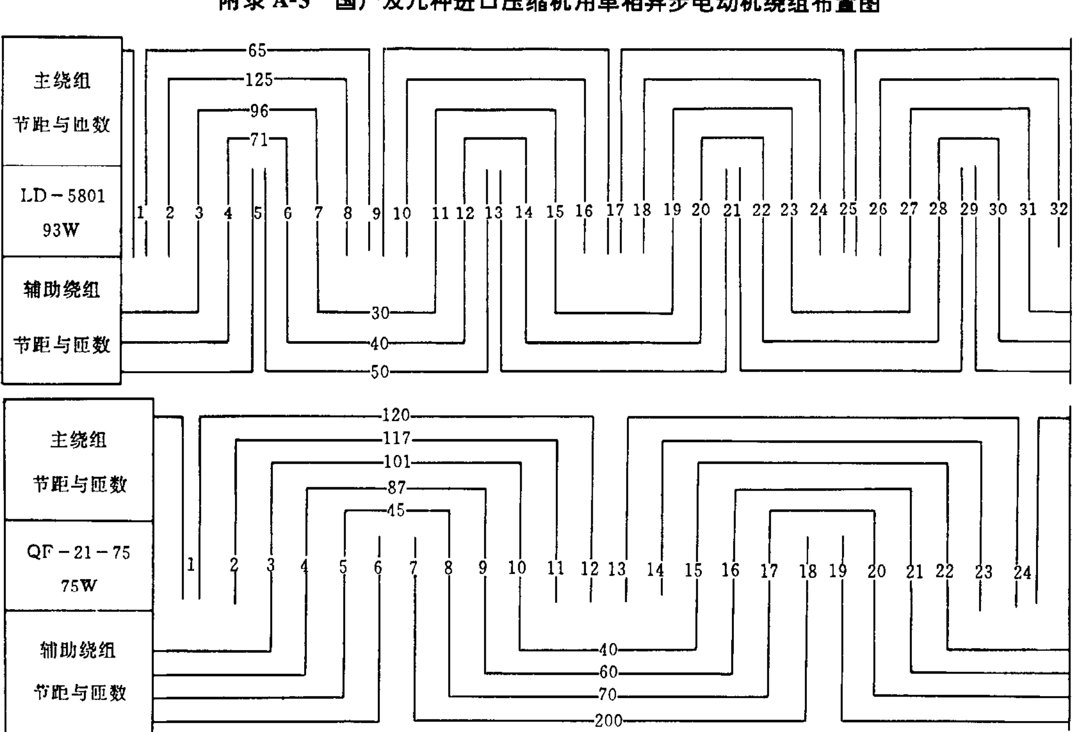
b) 接入单相电源时的联接

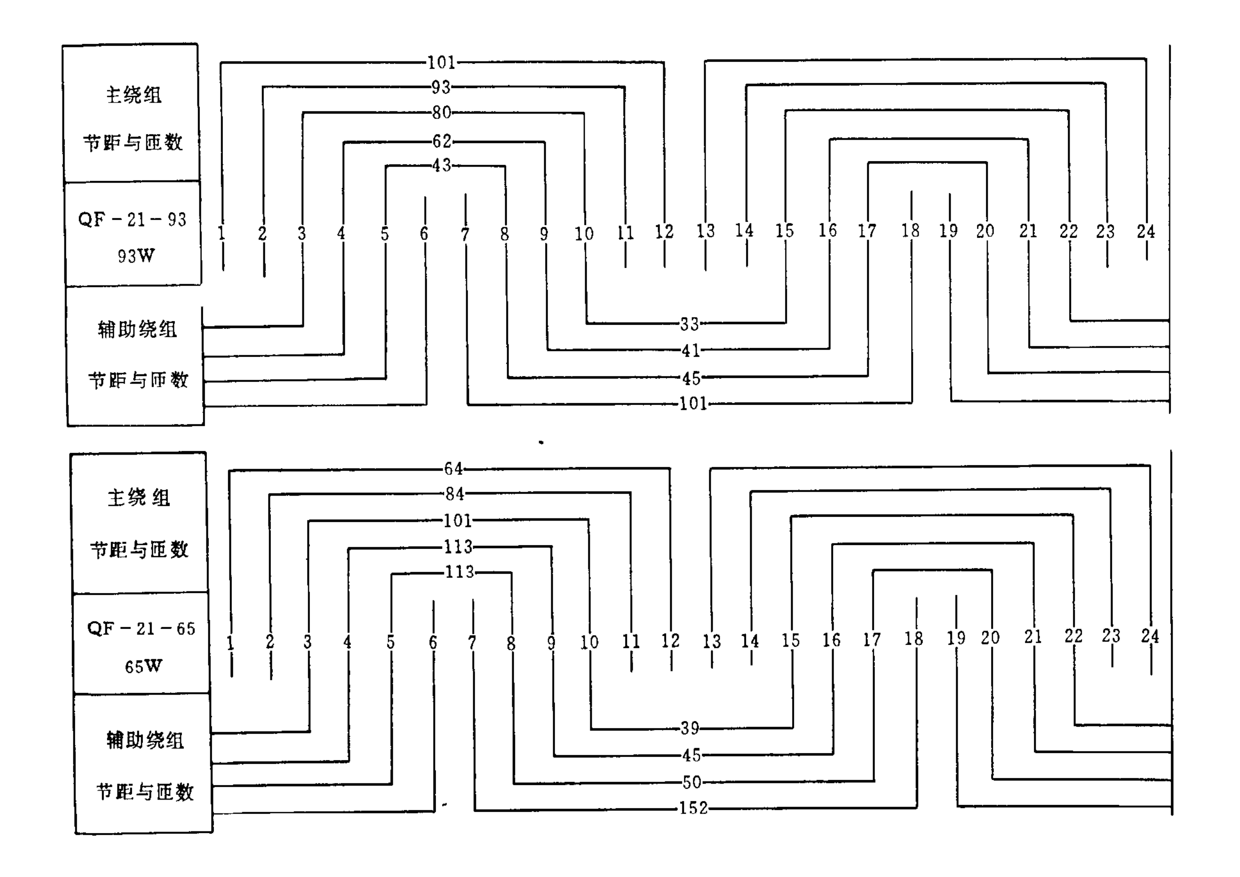
a)按三相绕组布置时的联接

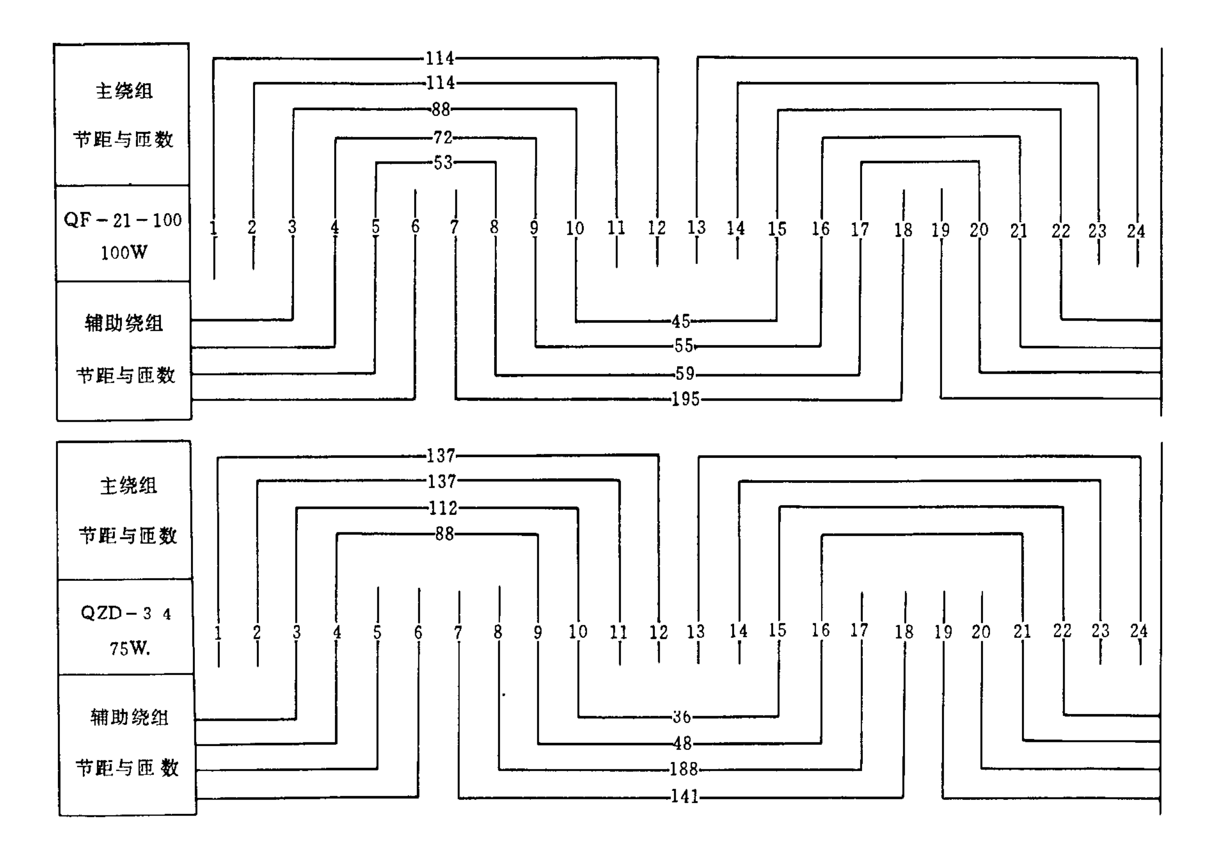
电动机定子绕组按三相电机绕组的规律	
分布与联接，然后再作三相电机单相运行联接	
极数：$2p=4$	槽数：$Z=18$
每极每相槽数：$q=3$	节距：$Y=1-5$
每线圈匝数＝292	接法：3 相绕组单相运行

附图 A-27-JX07B-4　40W 绕组接线图

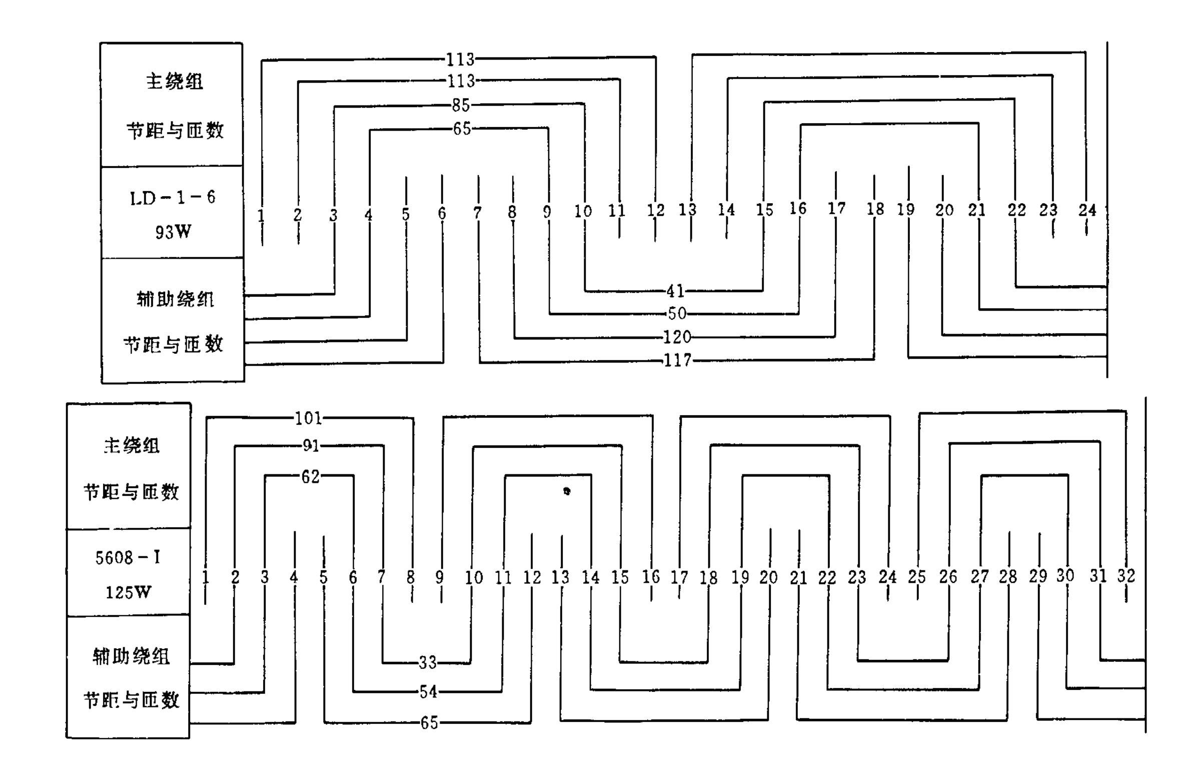
附录 A-3　国产及几种进口压缩机用单相异步电动机绕组布置图

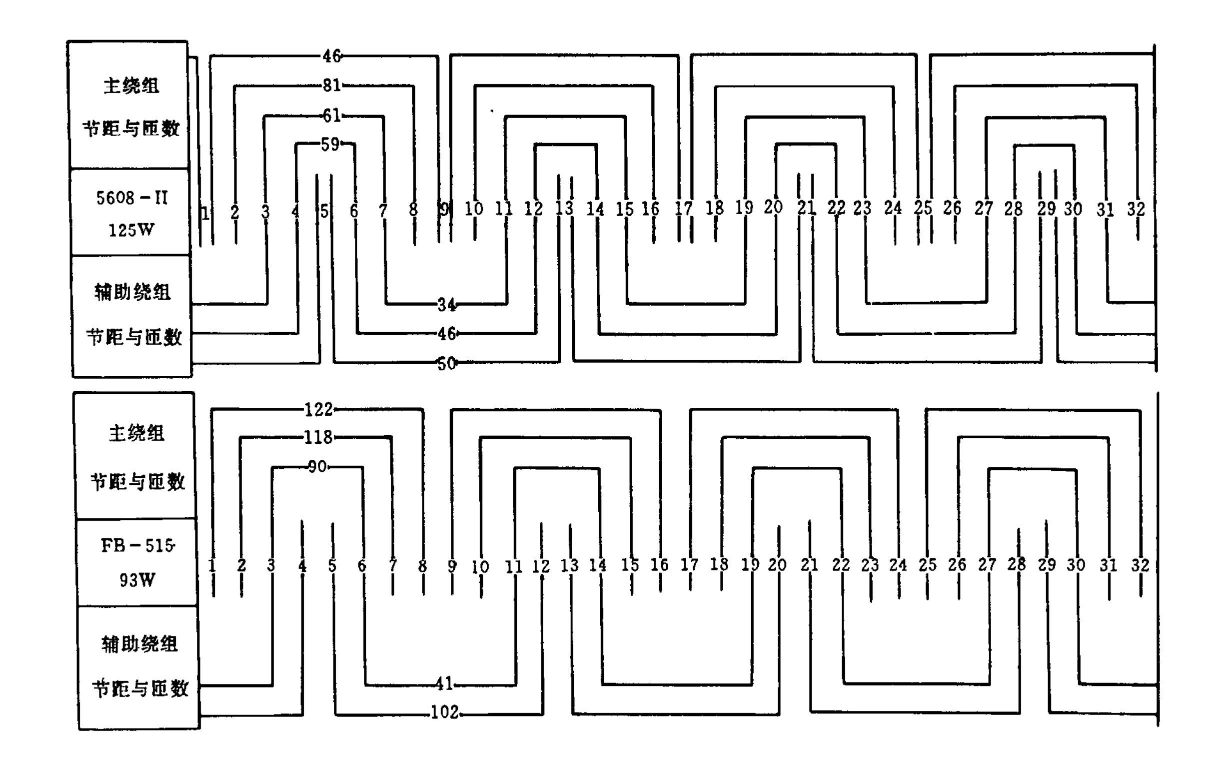



主绕组
节距与匝数
QF－21－93
93W
辅助绕组
节距与匝数
101 93 80 62 43
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
33 41 45 101
主绕组
节距与匝数
QF－21－65
65W
辅助绕组
节距与匝数
64 84 101 113 113
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
39 45 50 152

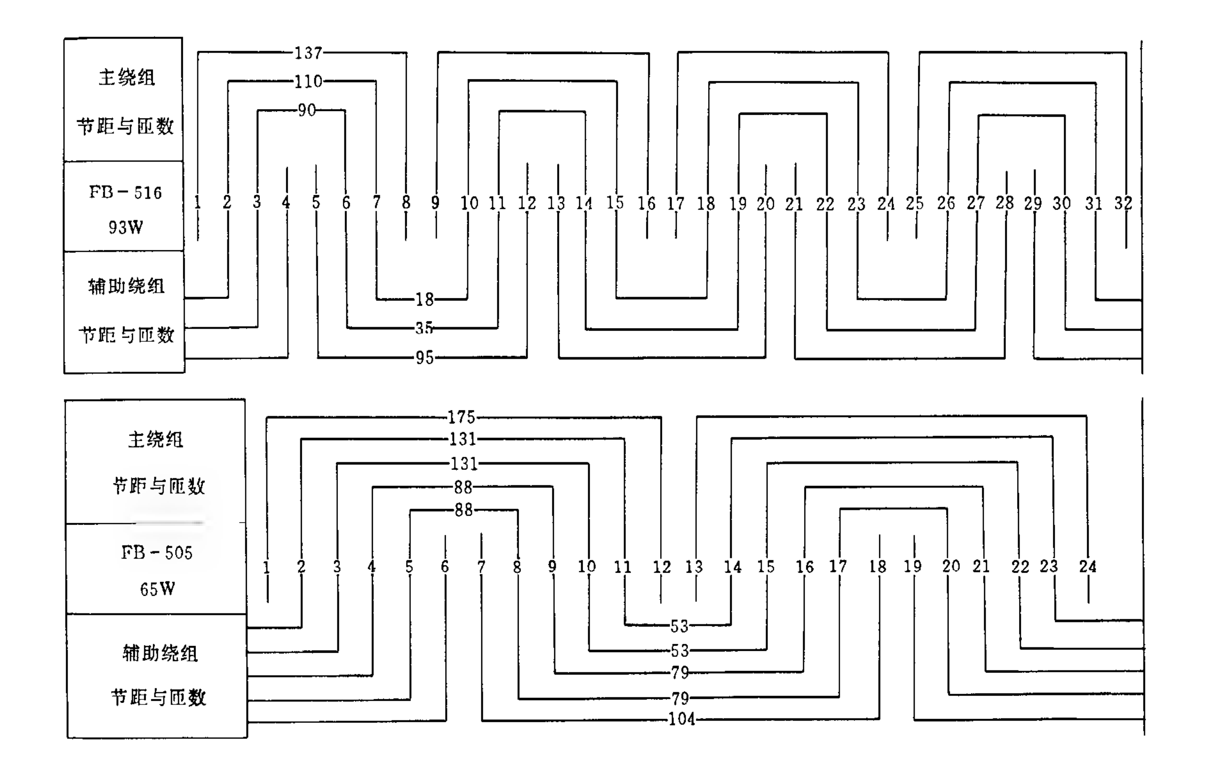


主绕组
节距与匝数
QF－21－100
100W
辅助绕组
节距与匝数
114
114
88
72
53
45
55
59
195
主绕组
节距与匝数
QZD－3 4
75W.
辅助绕组
节距与匝数
137
137
112
88
36
48
188
141

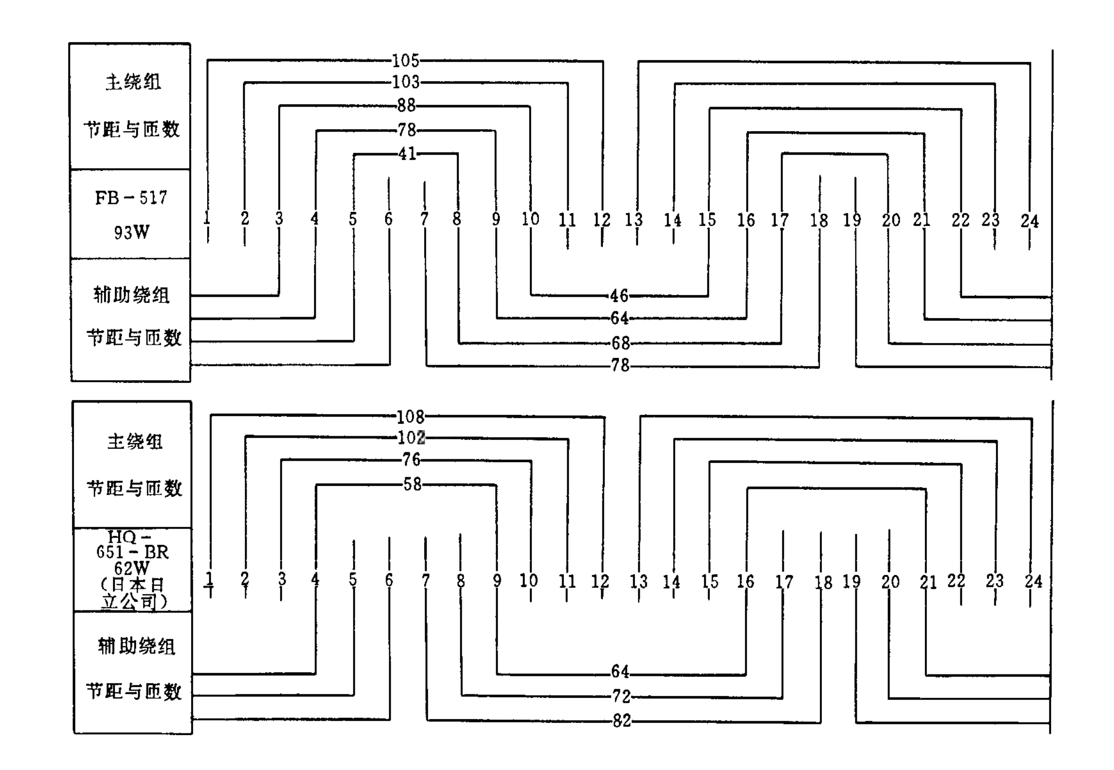

主绕组
节距与匝数
LD-1-6
93W
辅助绕组
节距与匝数
113
113
85
65
41
50
120
117
主绕组
节距与匝数
5608-I
125W
辅助绕组
节距与匝数
101
91
62
33
54
65

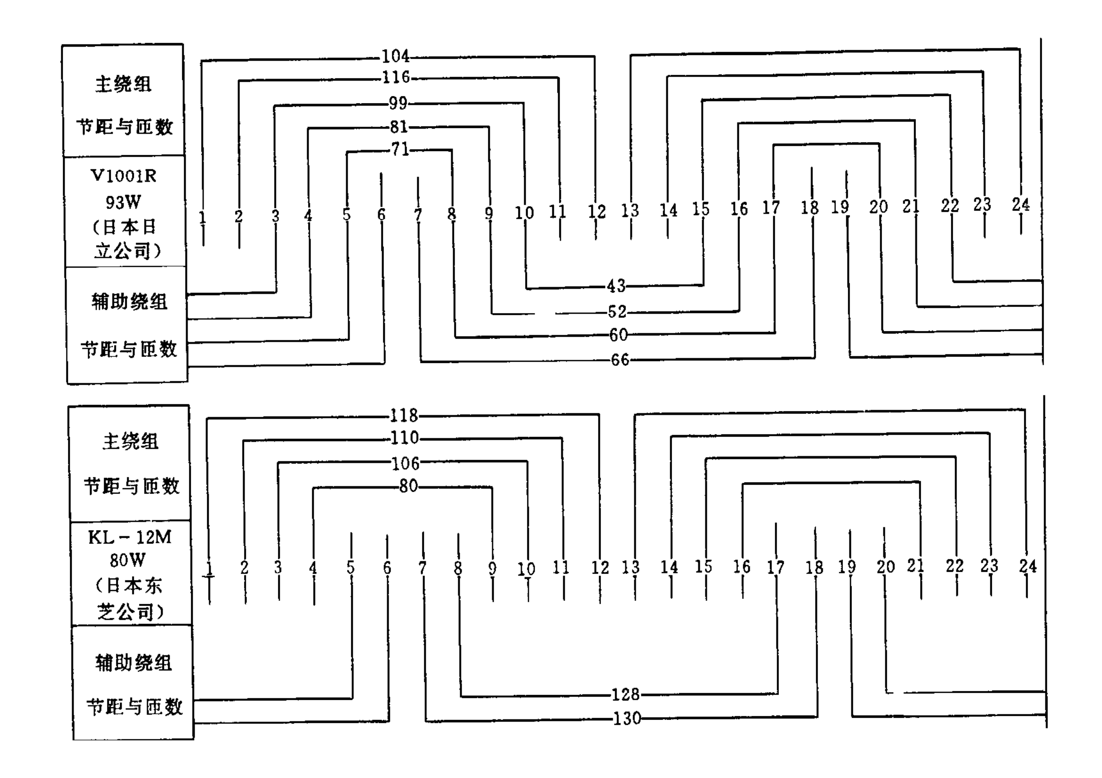


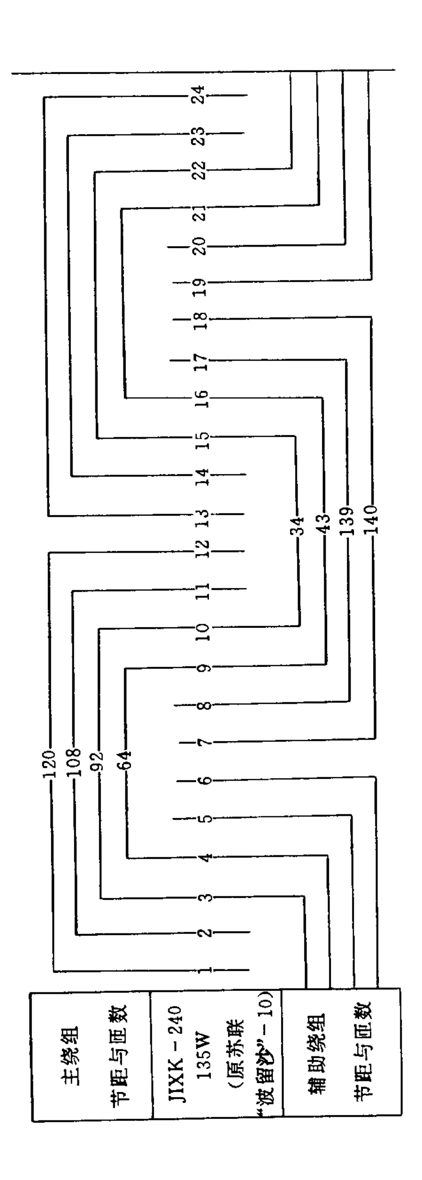
主绕组
节距与匝数
5608－II
125W
辅助绕组
节距与匝数
46
81
61
59
34
46
50
主绕组
节距与匝数
FB－515
93W
辅助绕组
节距与匝数
122
118
90
41
102



主绕组
节距与匝数
FB－516
93W
辅助绕组
节距与匝数
137
110
90
18
35
95
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32
主绕组
节距与匝数
FB－505
65W
辅助绕组
节距与匝数
175
131
131
88
88
53
53
79
79
104
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

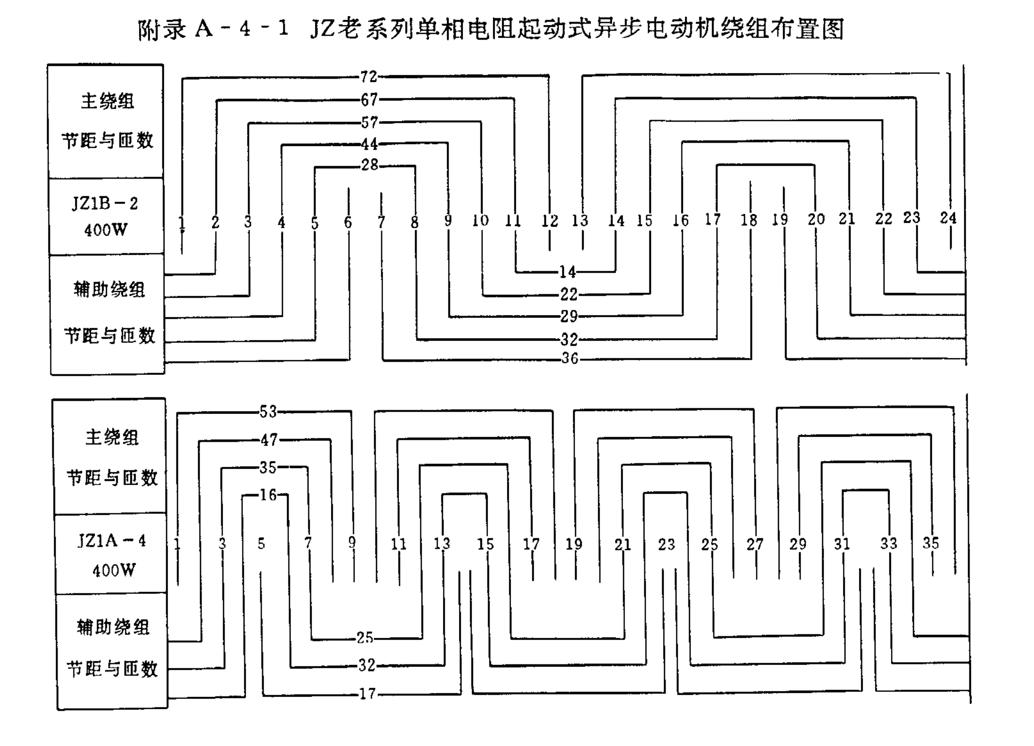

主绕组
节距与匝数
FB－517
93W
辅助绕组
节距与匝数
105
103
88
78
41
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
46
64
68
78
主绕组
节距与匝数
HQ－
651－BR
62W
（日本日
立公司）
辅助绕组
节距与匝数
108
102
76
58
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
64
72
82

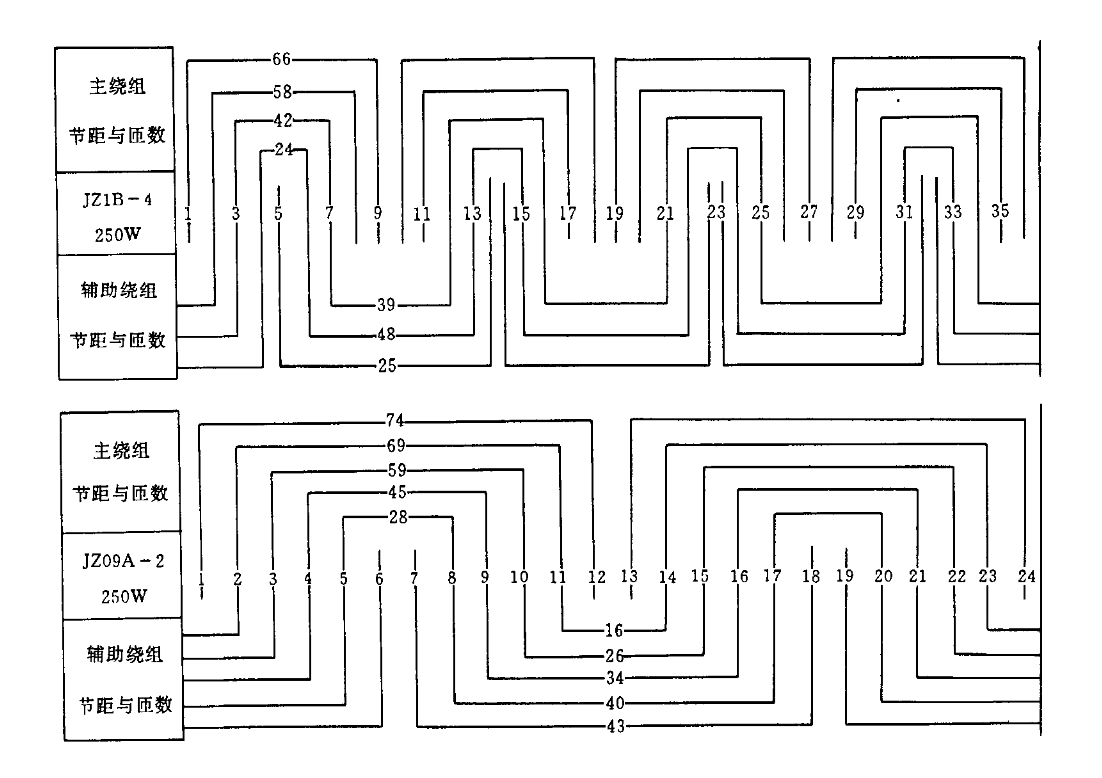

主绕组
节距与匝数
V1001R
93W
（日本日立公司）
辅助绕组
节距与匝数
104
116
99
81
71
43
52
60
66
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
主绕组
节距与匝数
KL－12M
80W
（日本东芝公司）
辅助绕组
节距与匝数
118
110
106
80
128
130
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

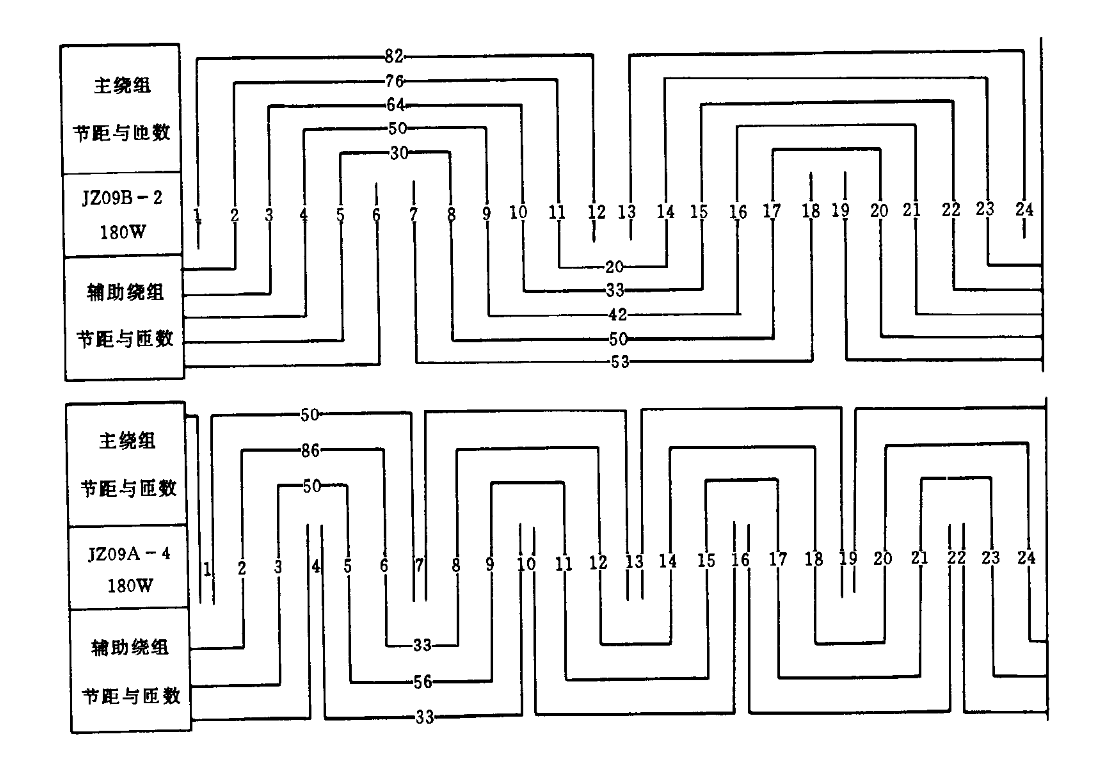

主绕组
节距与匝数
JIXK－240
135W
（原苏联
"波留沙"－10）
辅助绕组
节距与匝数
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
120
108
92
64
34
43
139
140

附图 A-4　JZ、JY、JX 老系列单相异步电动机绕组布置图

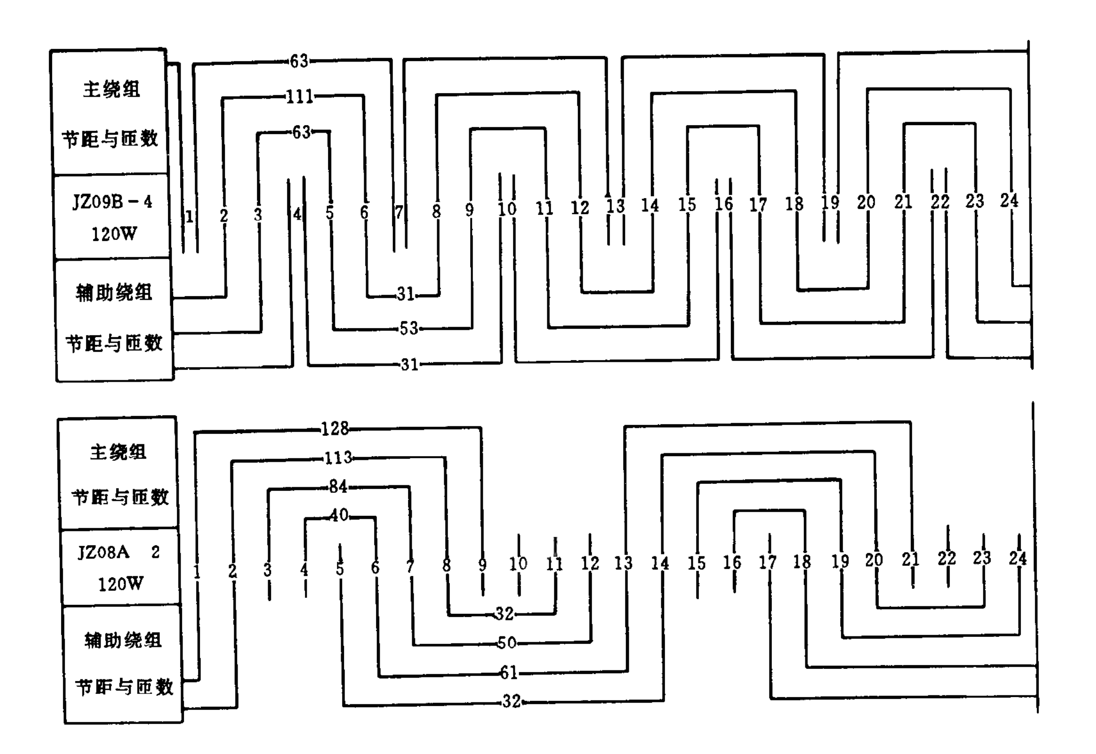
附录 A - 4 - 1　JZ老系列单相电阻起动式异步电动机绕组布置图

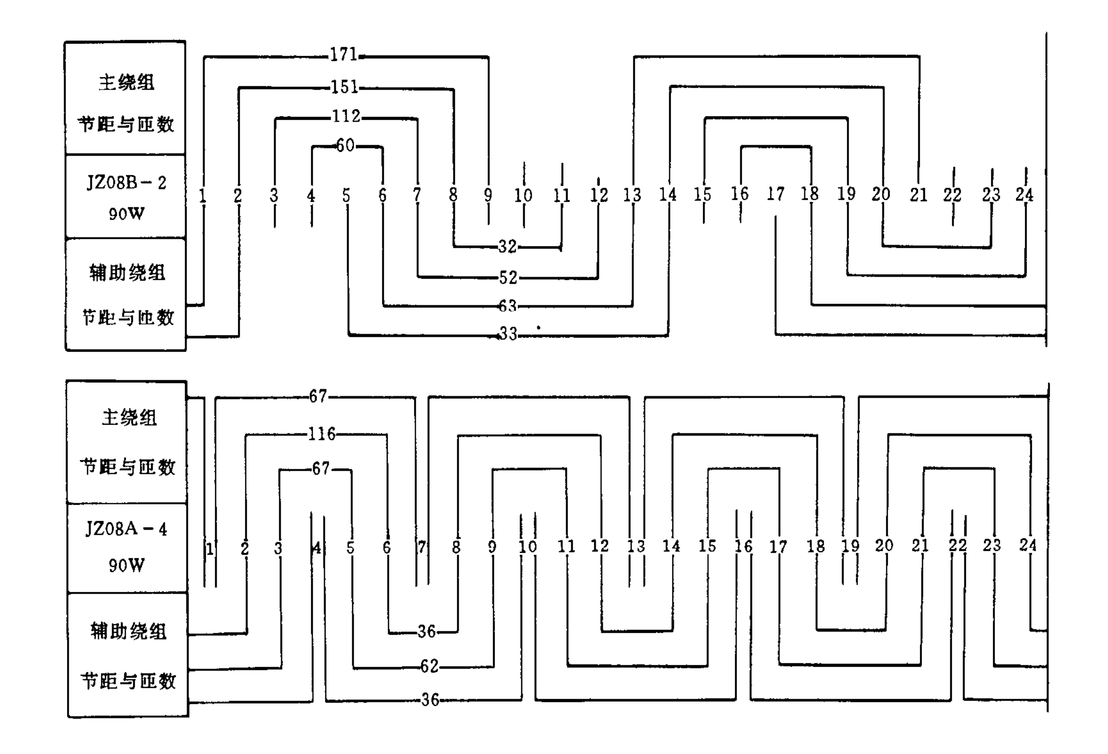



主绕组
节距与匝数
JZ1B－4
250W
辅助绕组
节距与匝数
66
58
42
24
1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35
39
48
25
主绕组
节距与匝数
JZ09A－2
250W
辅助绕组
节距与匝数
74
69
59
45
28
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
16
26
34
40
43

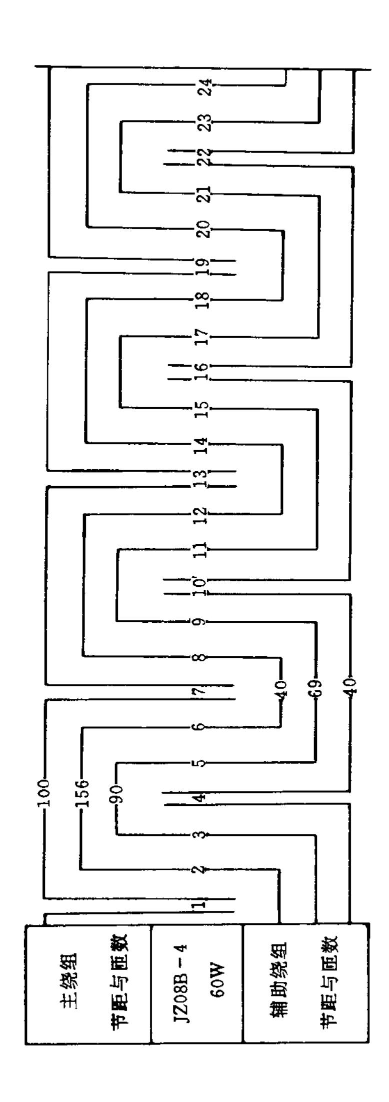


主绕组
节距与匝数
JZ09B－2
180W
辅助绕组
节距与匝数
82
76
64
50
30
20
33
42
50
53
主绕组
节距与匝数
JZ09A－4
180W
辅助绕组
节距与匝数
50
86
50
33
56
33

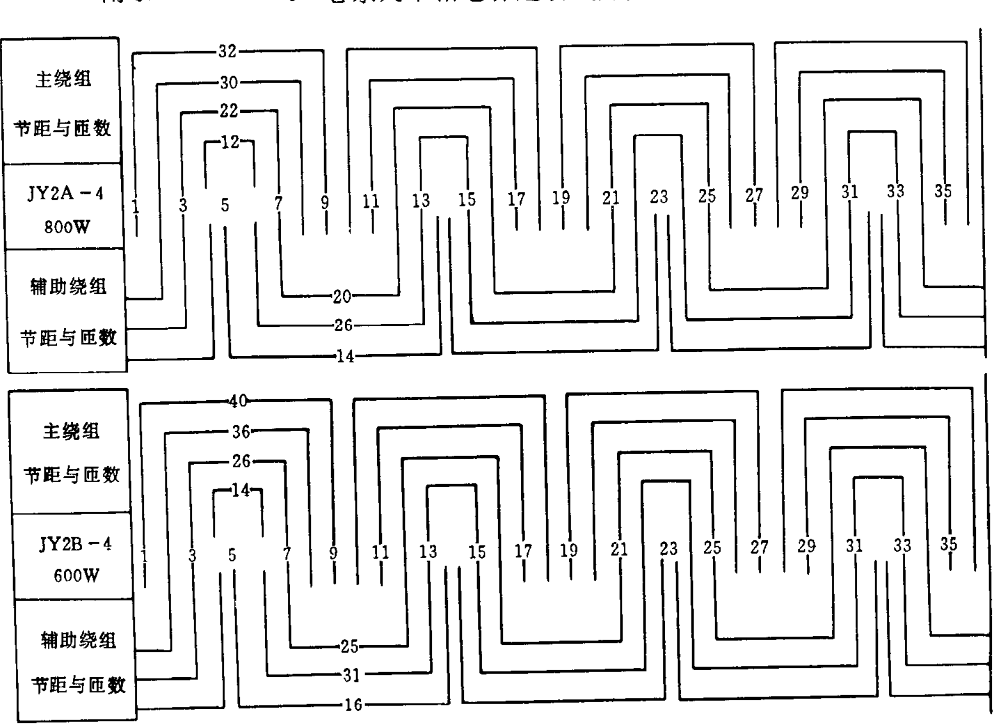

主绕组
节距与匝数
JZ09B－4
120W
辅助绕组
节距与匝数
63
111
63
31
53
31
主绕组
节距与匝数
JZ08A 2
120W
辅助绕组
节距与匝数
128
113
84
40
32
50
61
32

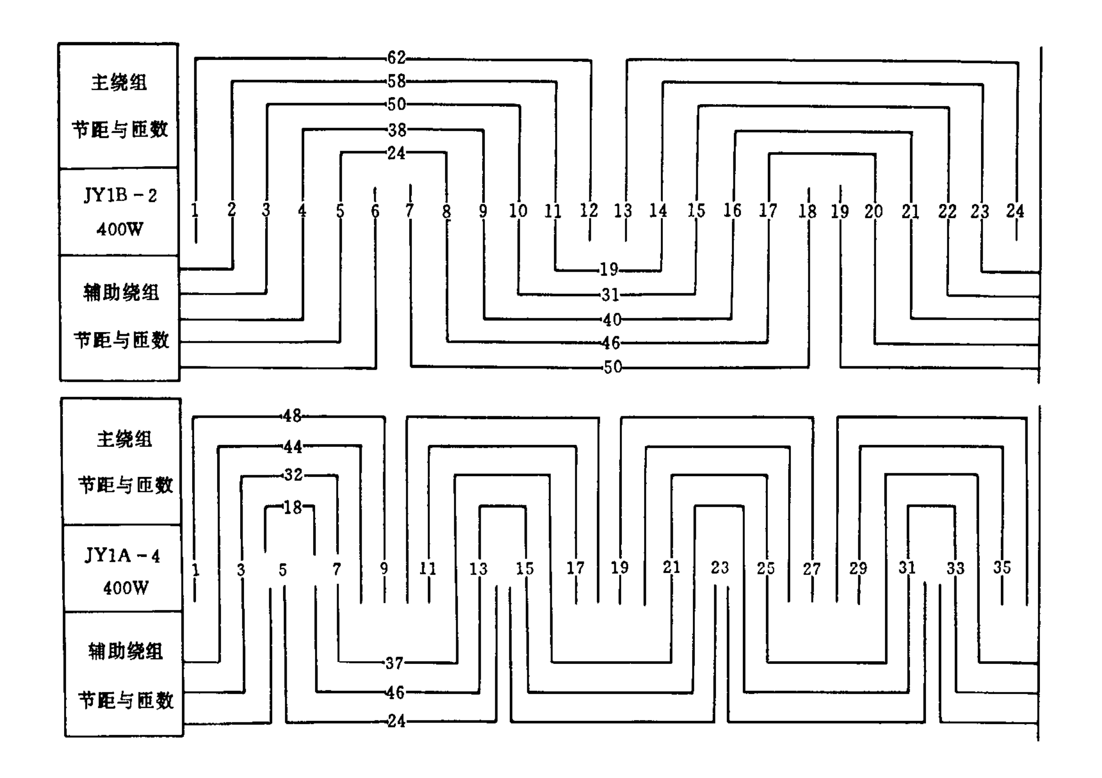


主绕组
节距与匝数
JZ08B－2
90W
辅助绕组
节距与匝数
171
151
112
60
32
52
63
33
主绕组
节距与匝数
JZ08A－4
90W
辅助绕组
节距与匝数
67
116
67
36
62
36

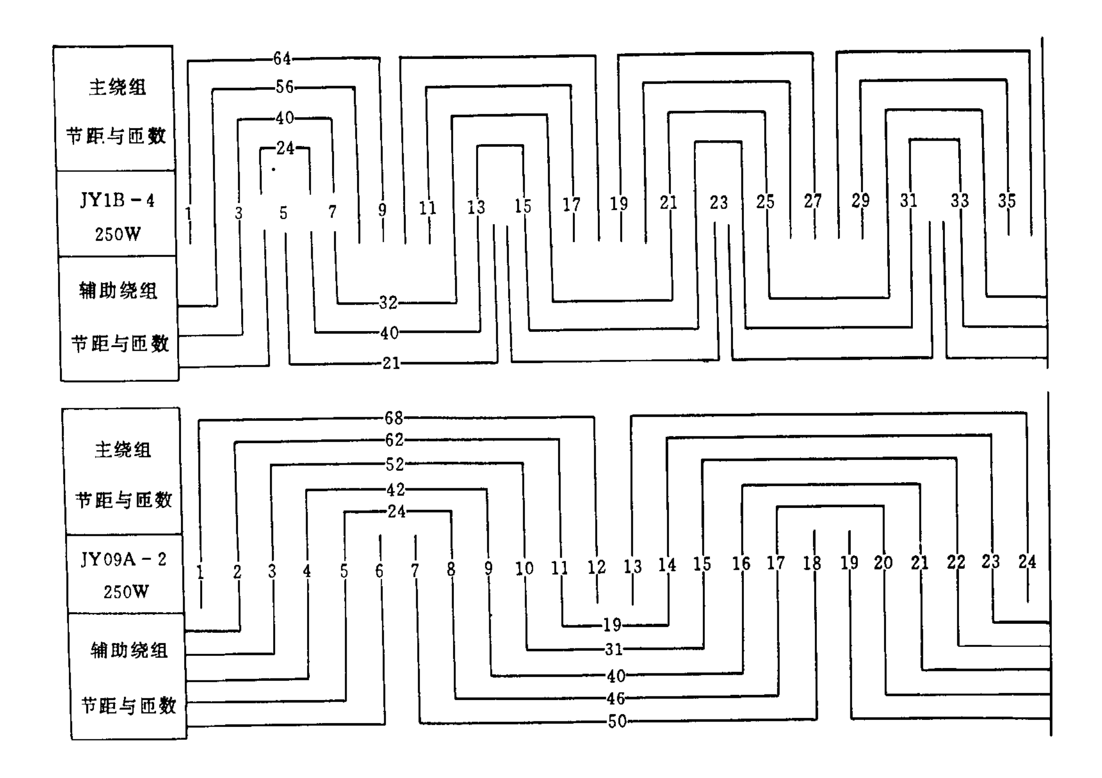

主绕组
节距与匝数
JZ08B－4
60W
辅助绕组
节距与匝数
100
156
90
40
69
40
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

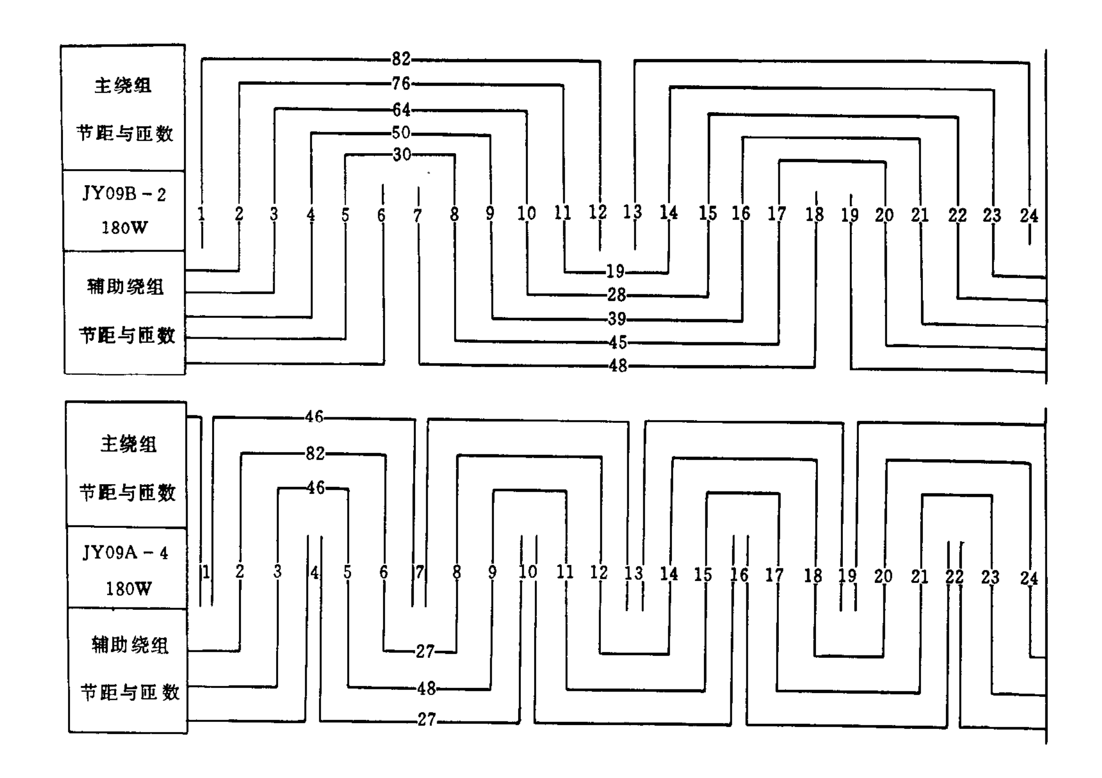
附录 A-4-2 JY老系列单相电容起动式异步电动机绕组布置图



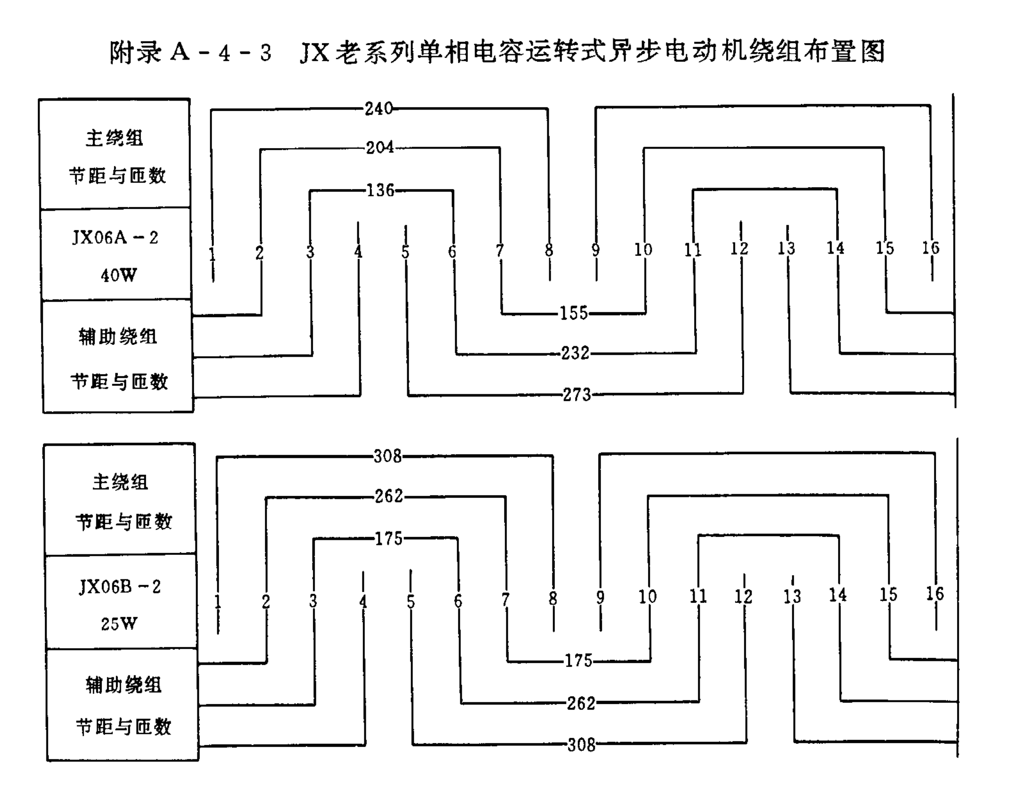


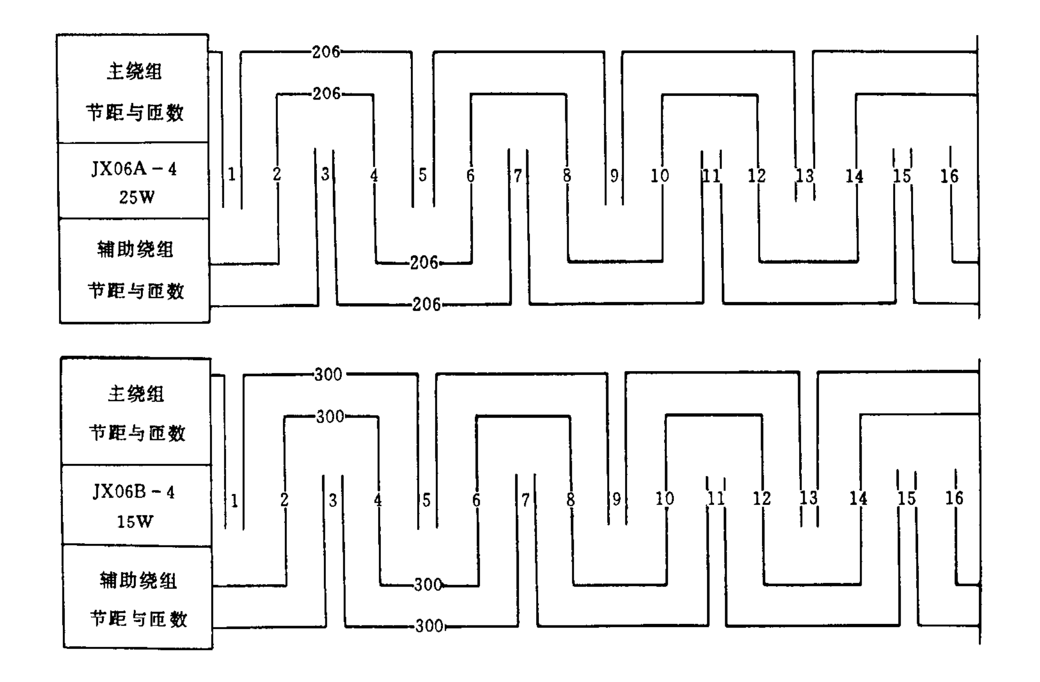
主绕组
节距与匝数
JY1B－2
400W
辅助绕组
节距与匝数
62
58
50
38
24
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
19
31
40
46
50
主绕组
节距与匝数
JY1A－4
400W
辅助绕组
节距与匝数
48
44
32
18
1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35
37
46
24

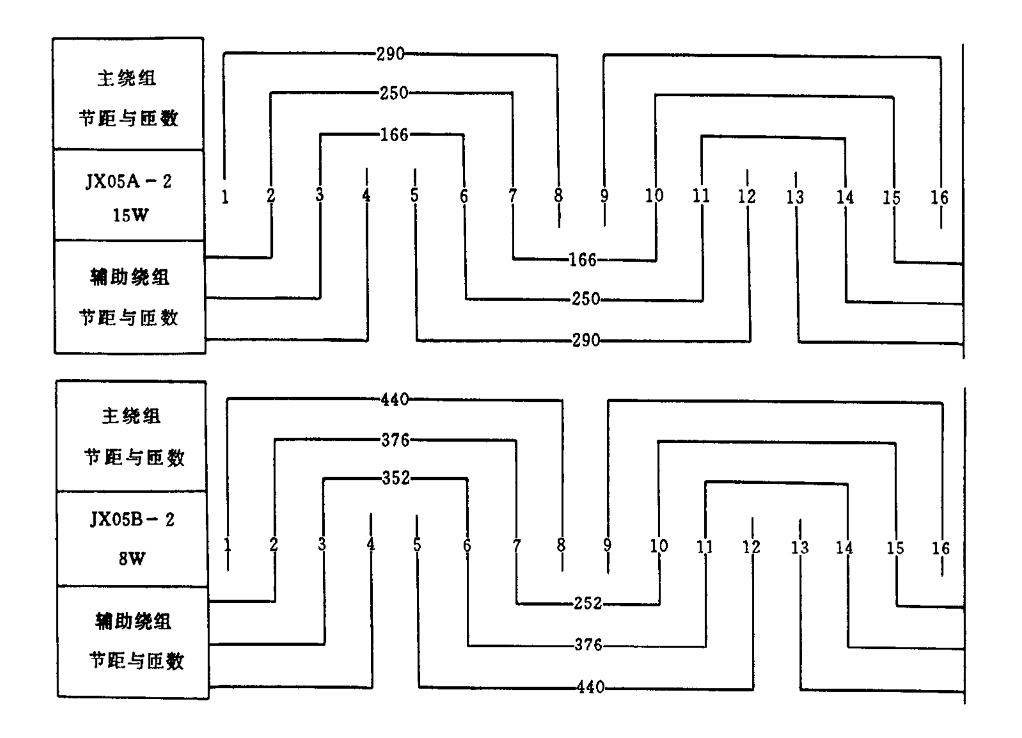

主绕组
节距与匝数
JY1B－4
250W
辅助绕组
节距与匝数
64
56
40
24
32
40
21
主绕组
节距与匝数
JY09A－2
250W
辅助绕组
节距与匝数
68
62
52
42
24
19
31
40
46
50

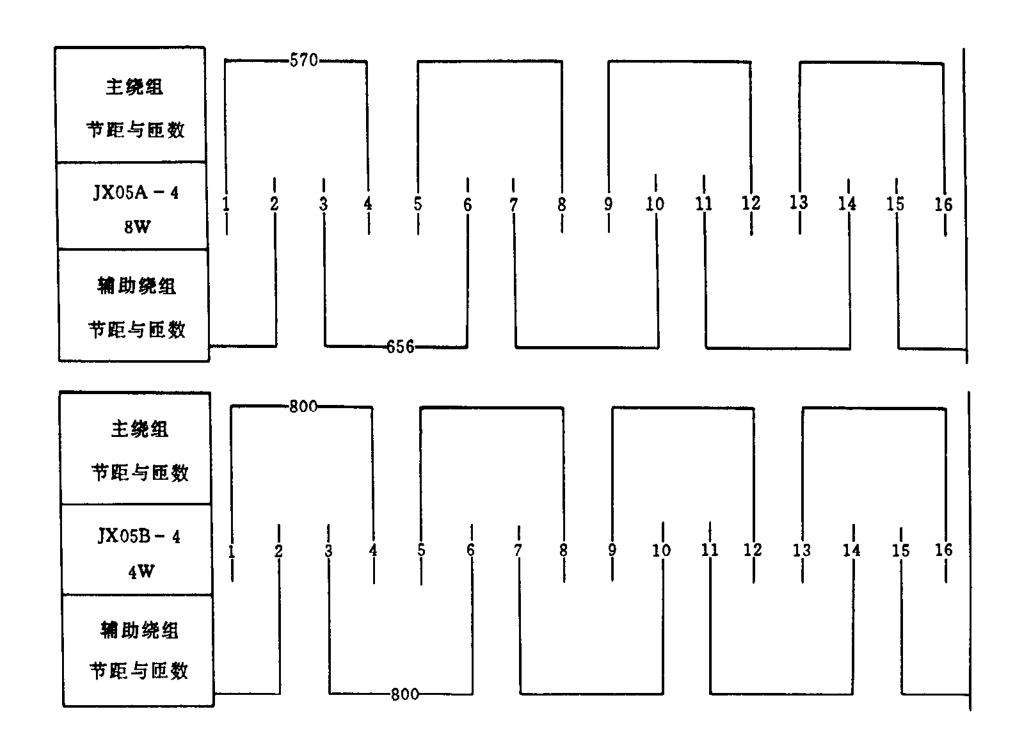

主绕组
节距与匝数
JY09B－2
180W
辅助绕组
节距与匝数
82
76
64
50
30
19
28
39
45
48
主绕组
节距与匝数
JY09A－4
180W
辅助绕组
节距与匝数
46
82
46
27
48
27

附录 A－4－3　JX 老系列单相电容运转式异步电动机绕组布置图



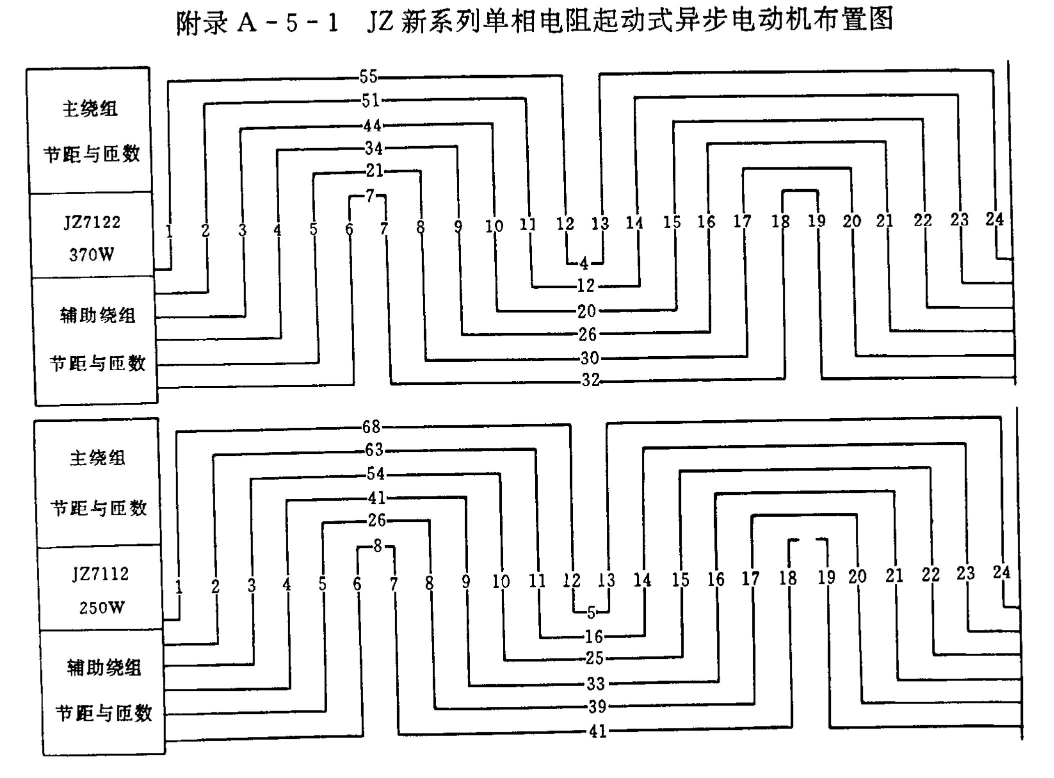

主绕组
节距与匝数
JX06A－4
25W
辅助绕组
节距与匝数
206
206
206
206
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
主绕组
节距与匝数
JX06B－4
15W
辅助绕组
节距与匝数
300
300
300
300
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

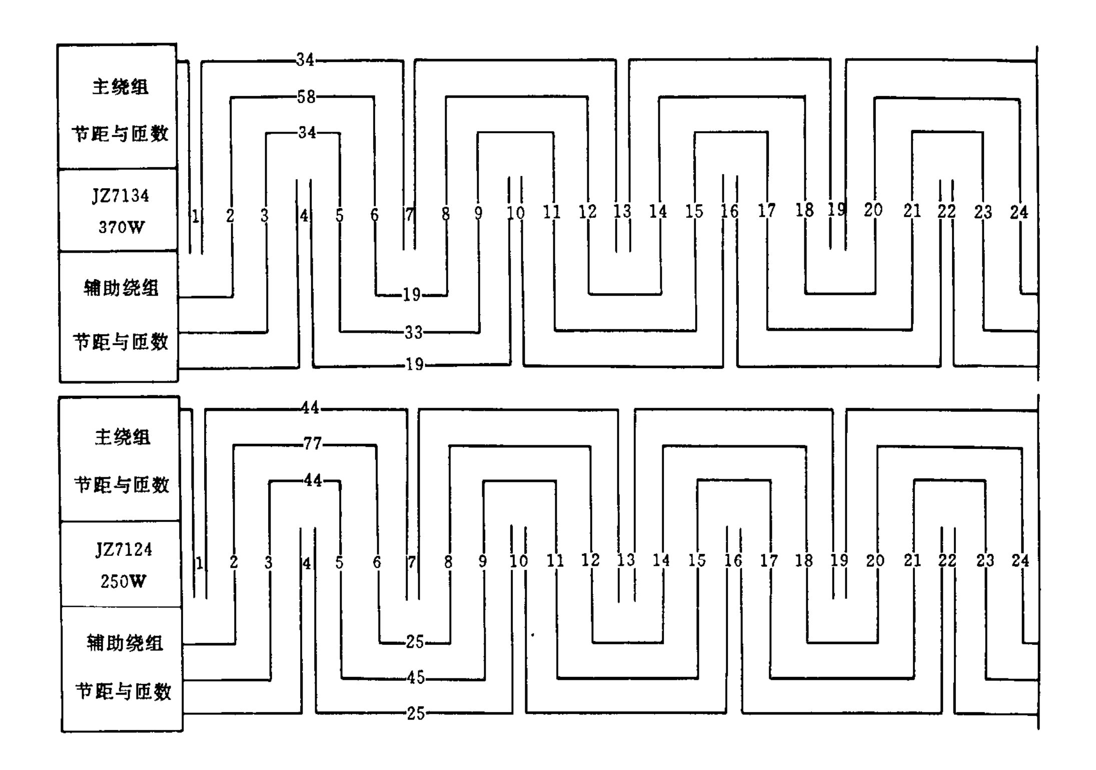

主绕组
节距与匝数
JX05A－2
15W
辅助绕组
节距与匝数
290
250
166
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
166
250
290
主绕组
节距与匝数
JX05B－2
8W
辅助绕组
节距与匝数
440
376
352
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
252
376
440

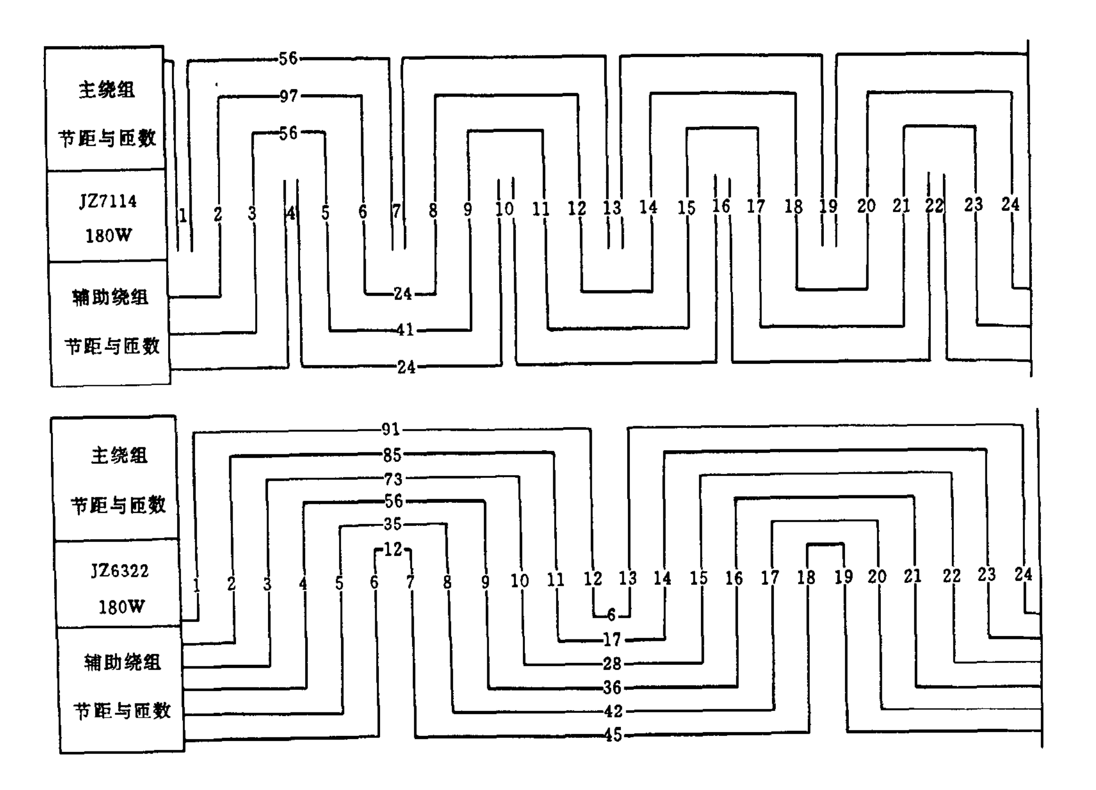

主绕组
节距与匝数
JX05A－4
8W
辅助绕组
节距与匝数
570
656
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
主绕组
节距与匝数
JX05B－4
4W
辅助绕组
节距与匝数
800
800
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

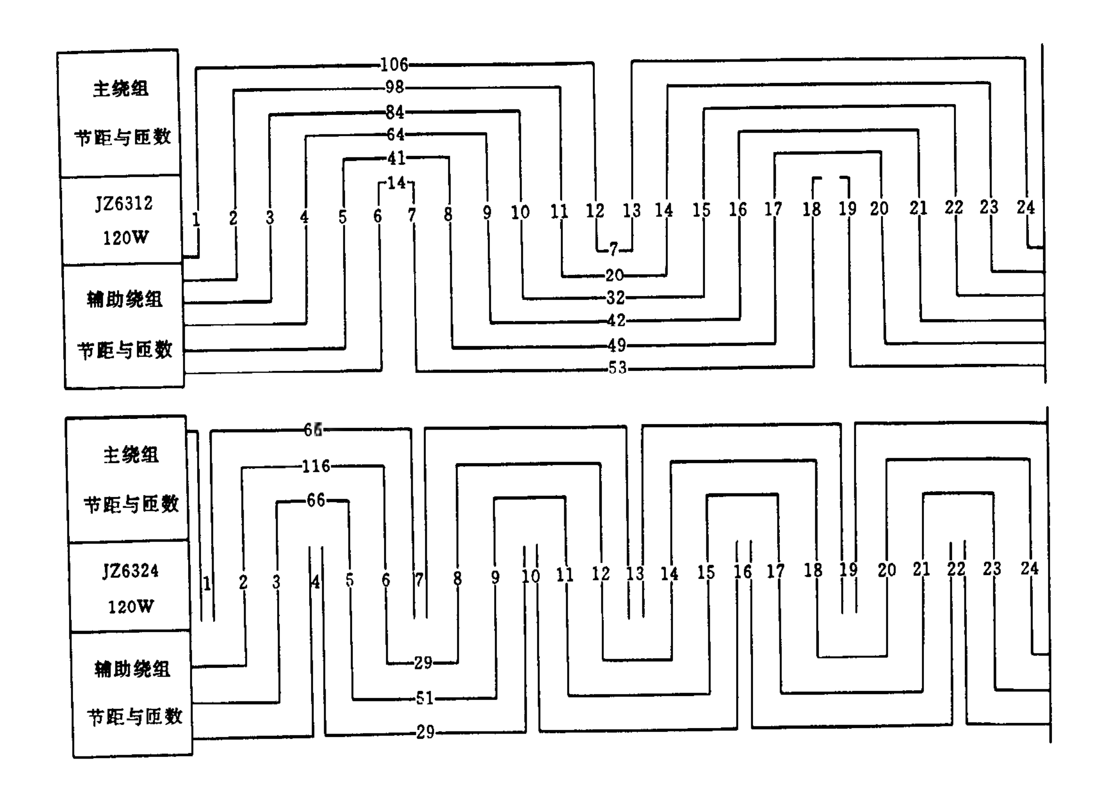
附录 A-5　JZ、JY、JX 新系列单相异步电动机绕组布置图

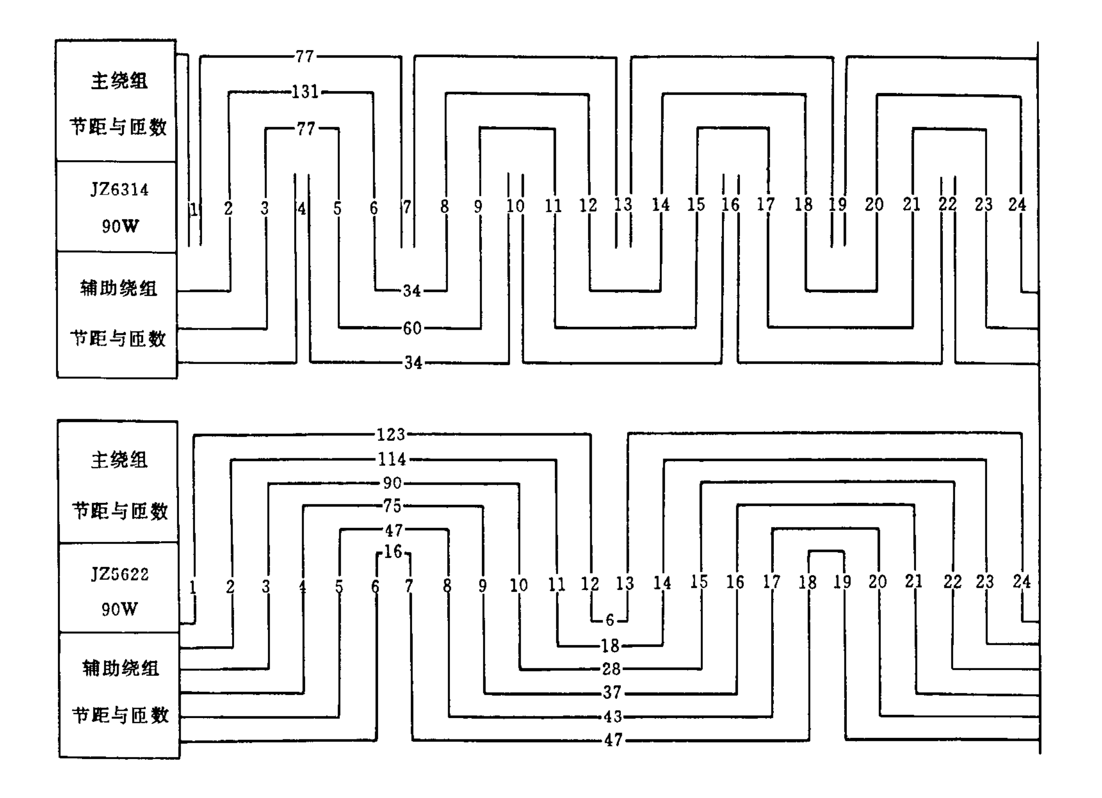
附录 A－5－1　JZ 新系列单相电阻起动式异步电动机布置图

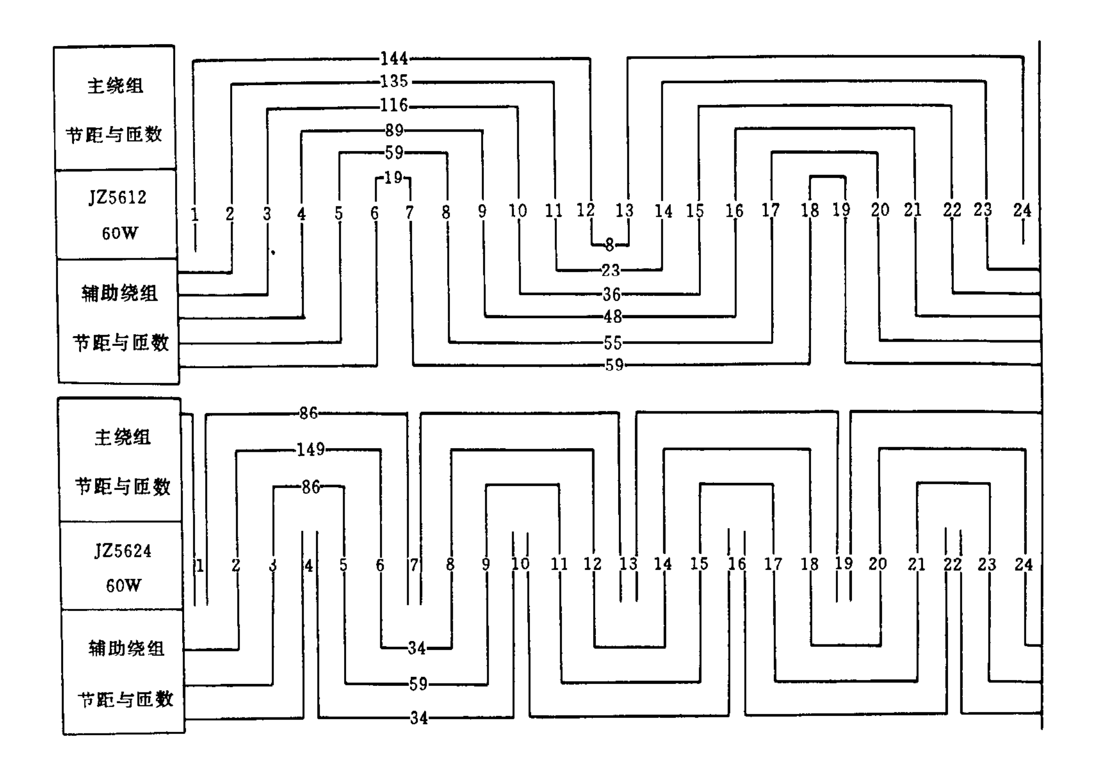



主绕组
节距与匝数
JZ7134
370W
辅助绕组
节距与匝数
34
58
34
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
19
33
19
主绕组
节距与匝数
JZ7124
250W
辅助绕组
节距与匝数
44
77
44
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
25
45
25

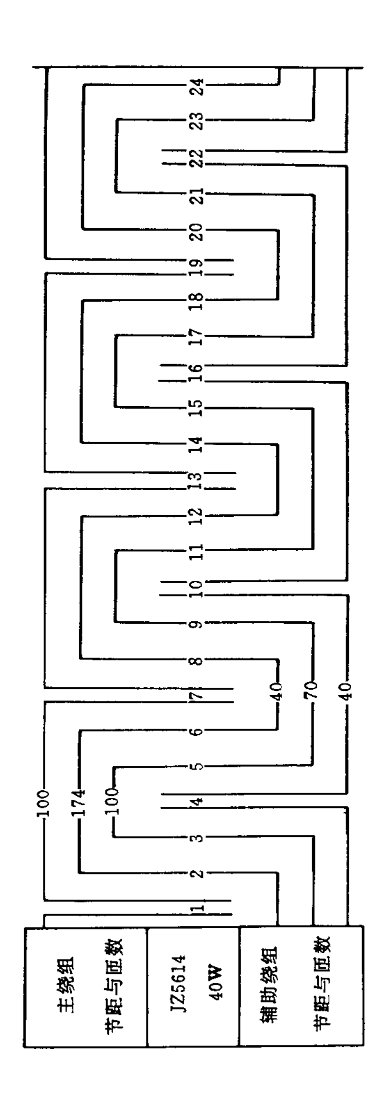

主绕组
节距与匝数
JZ7114
180W
辅助绕组
节距与匝数
56
97
56
24
41
24
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
主绕组
节距与匝数
JZ6322
180W
辅助绕组
节距与匝数
91
85
73
56
35
12
6
17
28
36
42
45
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24


主绕组
节距与匝数
JZ6312
120W
辅助绕组
节距与匝数
106
98
84
64
41
14
7
20
32
42
49
53
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
主绕组
节距与匝数
JZ6324
120W
辅助绕组
节距与匝数
66
116
66
29
51
29
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24


主绕组
节距与匝数
JZ6314
90W
辅助绕组
节距与匝数
77
131
77
34
60
34
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
主绕组
节距与匝数
JZ5622
90W
辅助绕组
节距与匝数
123
114
90
75
47
16
6
18
28
37
43
47
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

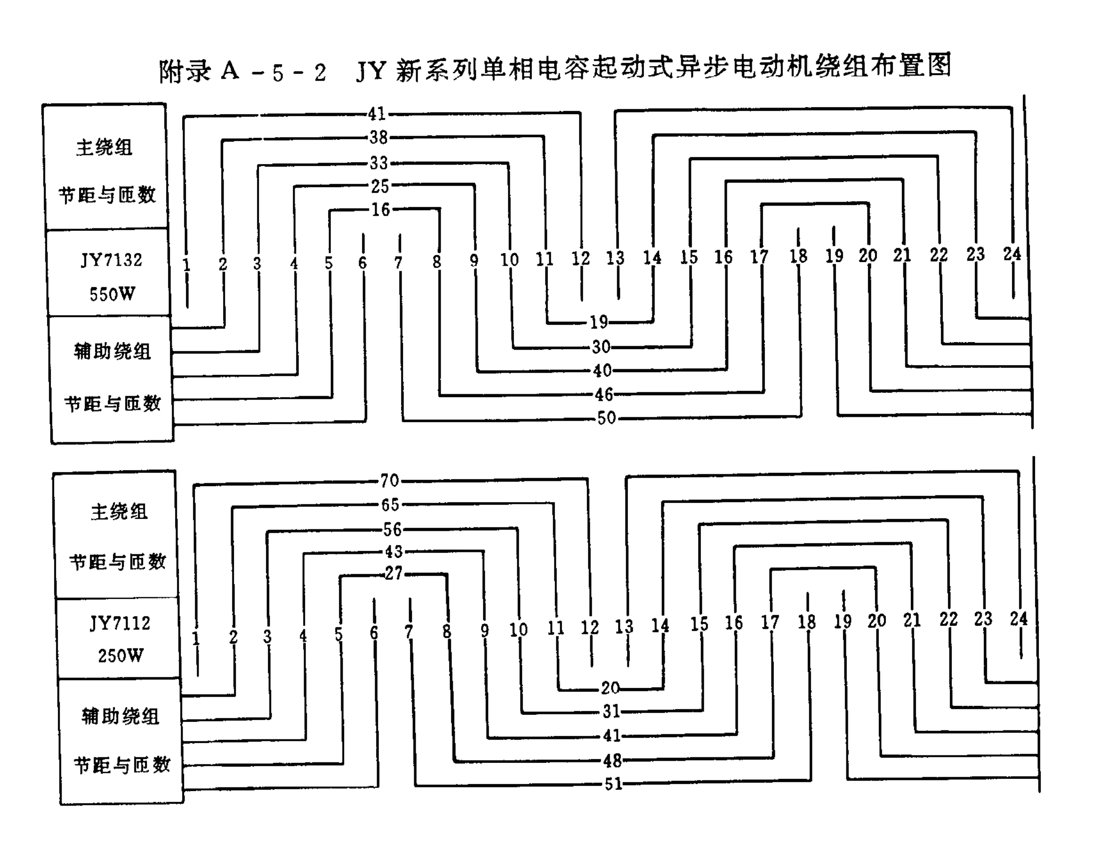


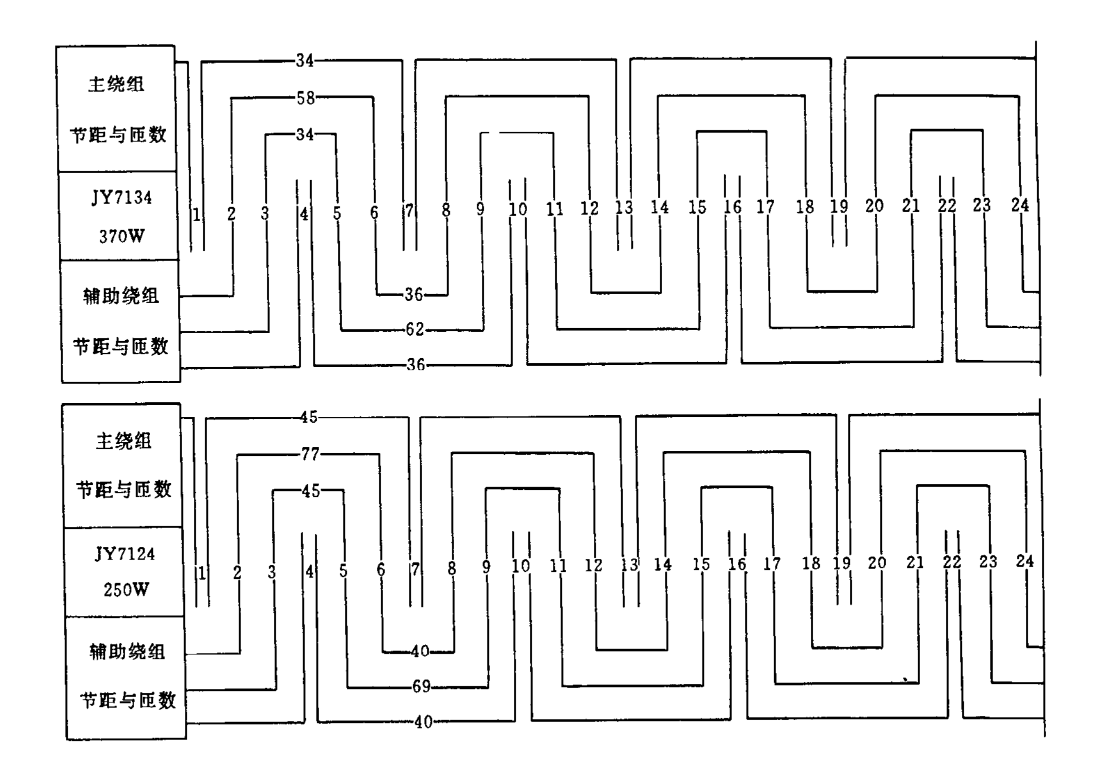
主绕组
节距与匝数
JZ5612
60W
辅助绕组
节距与匝数
主绕组
节距与匝数
JZ5624
60W
辅助绕组
节距与匝数

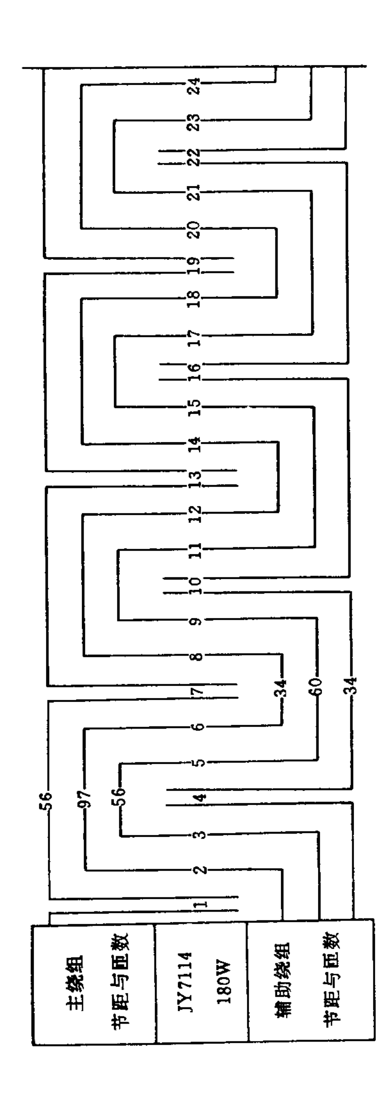


主绕组
节距与匝数
JZ5614
40W
辅助绕组
节距与匝数
100
174
100
40
70
40
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

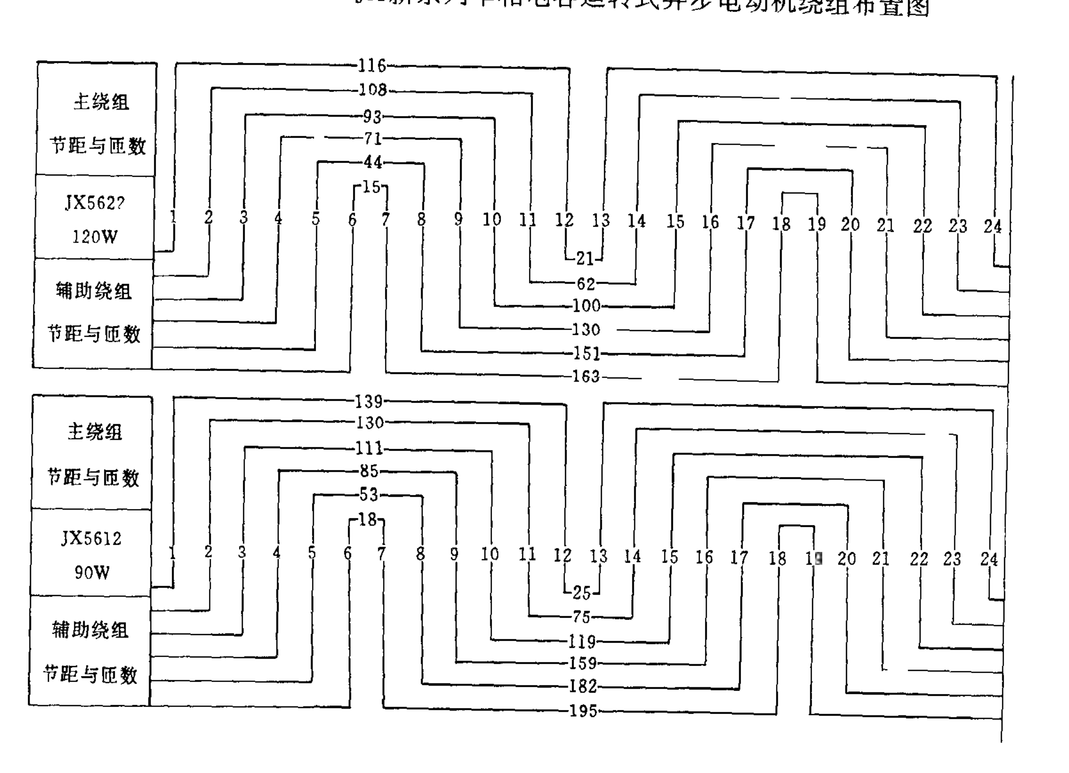
附录 A－5－2　JY 新系列单相电容起动式异步电动机绕组布置图

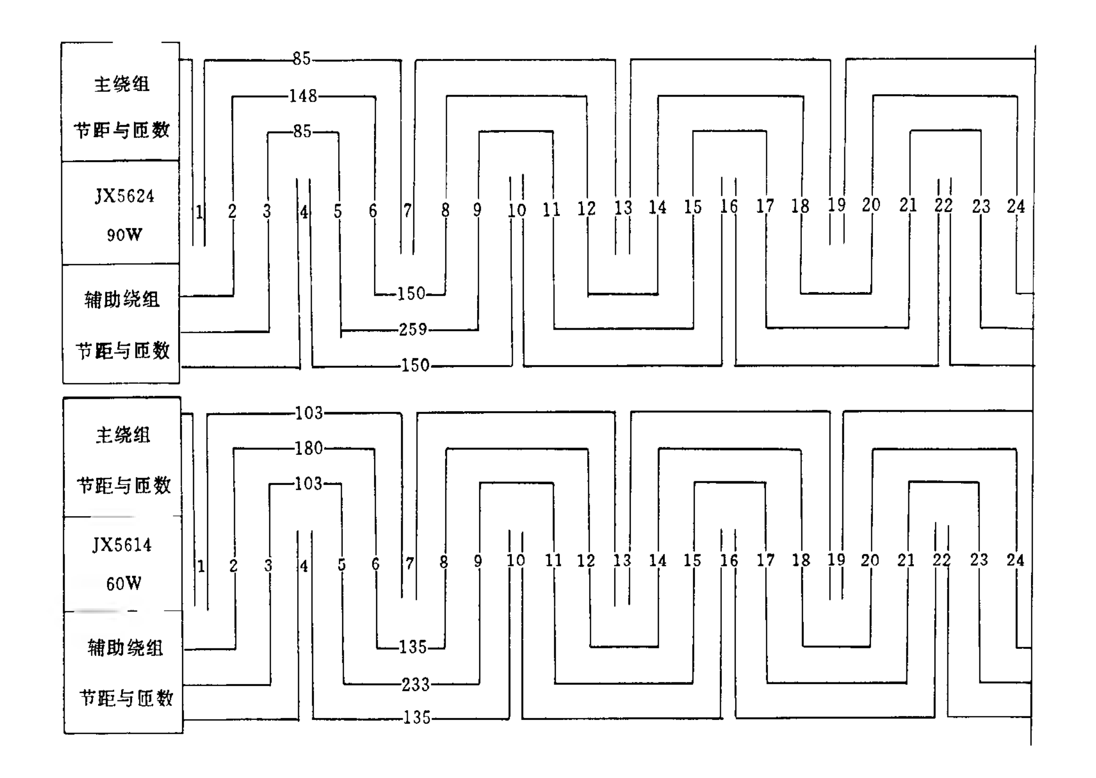



主绕组
节距与匝数
JY7134
370W
辅助绕组
节距与匝数
34
58
34
36
62
36
主绕组
节距与匝数
JY7124
250W
辅助绕组
节距与匝数
45
77
45
40
69
40

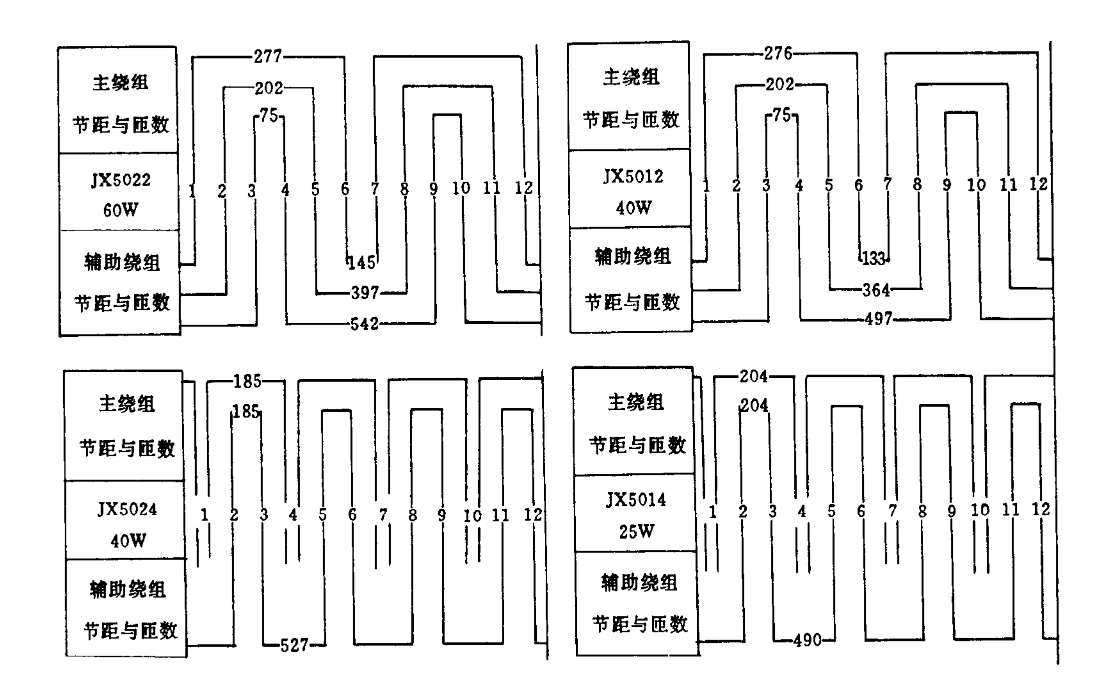

主绕组
节距与匝数
JY7114
180W
辅助绕组
节距与匝数
56
97
56
34
60
34
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

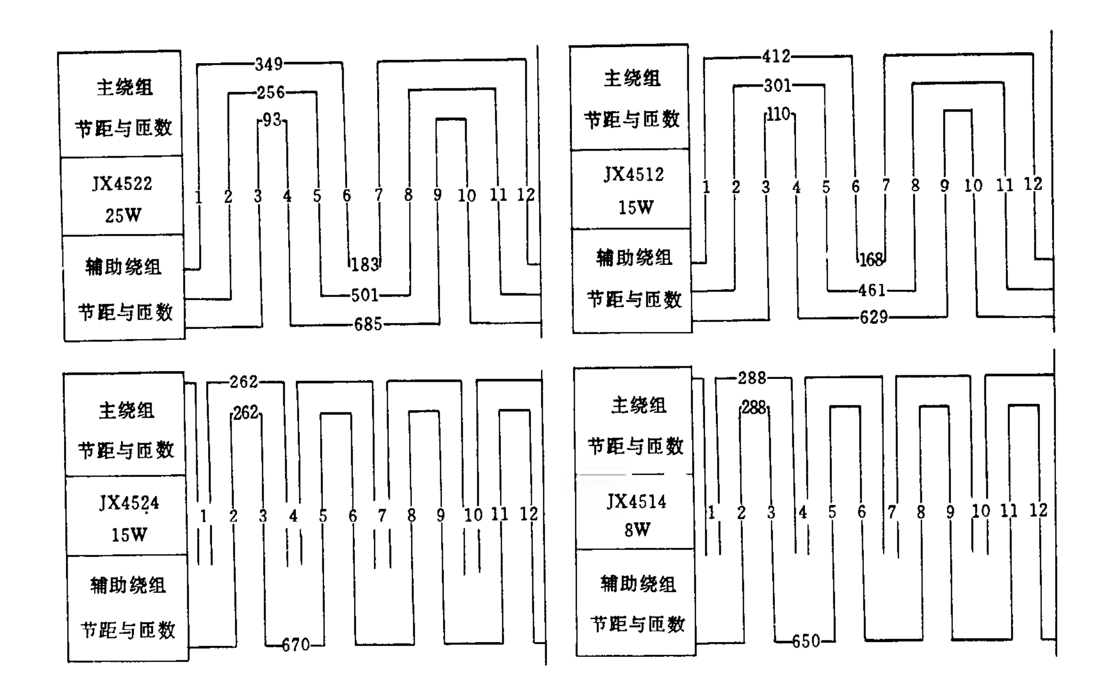
附录 A-5-3　JX新系列单相电容运转式异步电动机绕组布置图





主绕组
节距与匝数
JX5624
90W
辅助绕组
节距与匝数
85
148
85
150
259
150
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
主绕组
节距与匝数
JX5614
60W
辅助绕组
节距与匝数
103
180
103
135
233
135
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

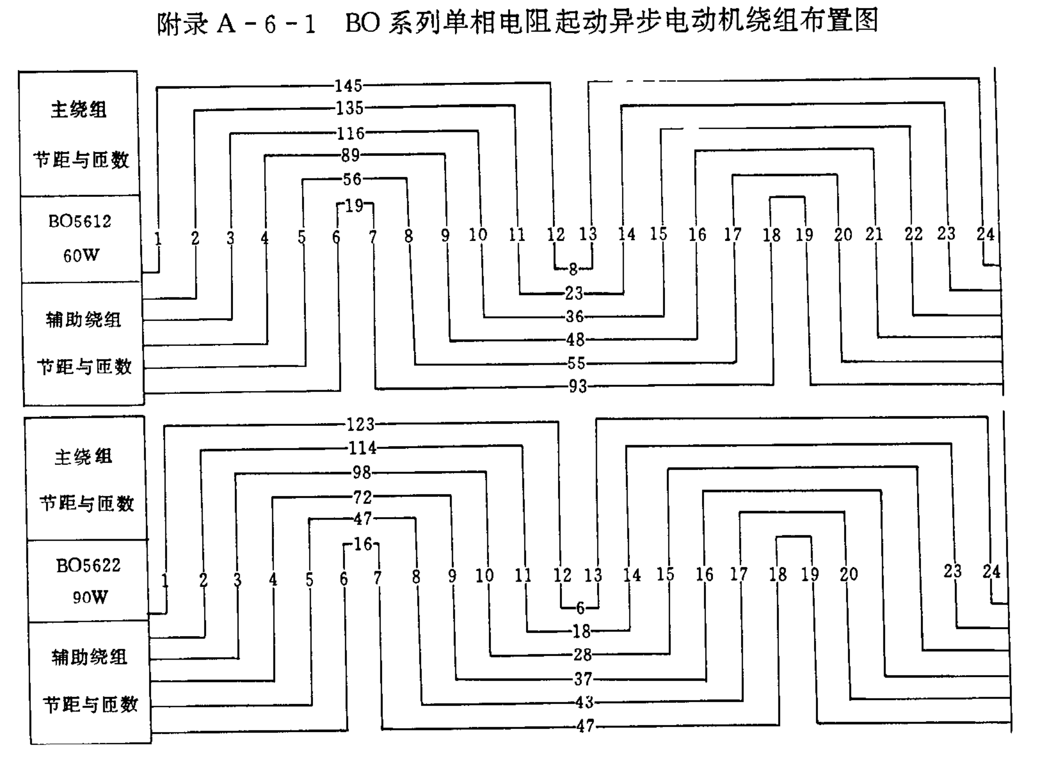

主绕组
节距与匝数
JX5022
60W
辅助绕组
节距与匝数
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
277
202
75
145
397
542
主绕组
节距与匝数
JX5012
40W
辅助绕组
节距与匝数
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
276
202
75
133
364
497
主绕组
节距与匝数
JX5024
40W
辅助绕组
节距与匝数
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
185
185
527
主绕组
节距与匝数
JX5014
25W
辅助绕组
节距与匝数
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
204
204
490

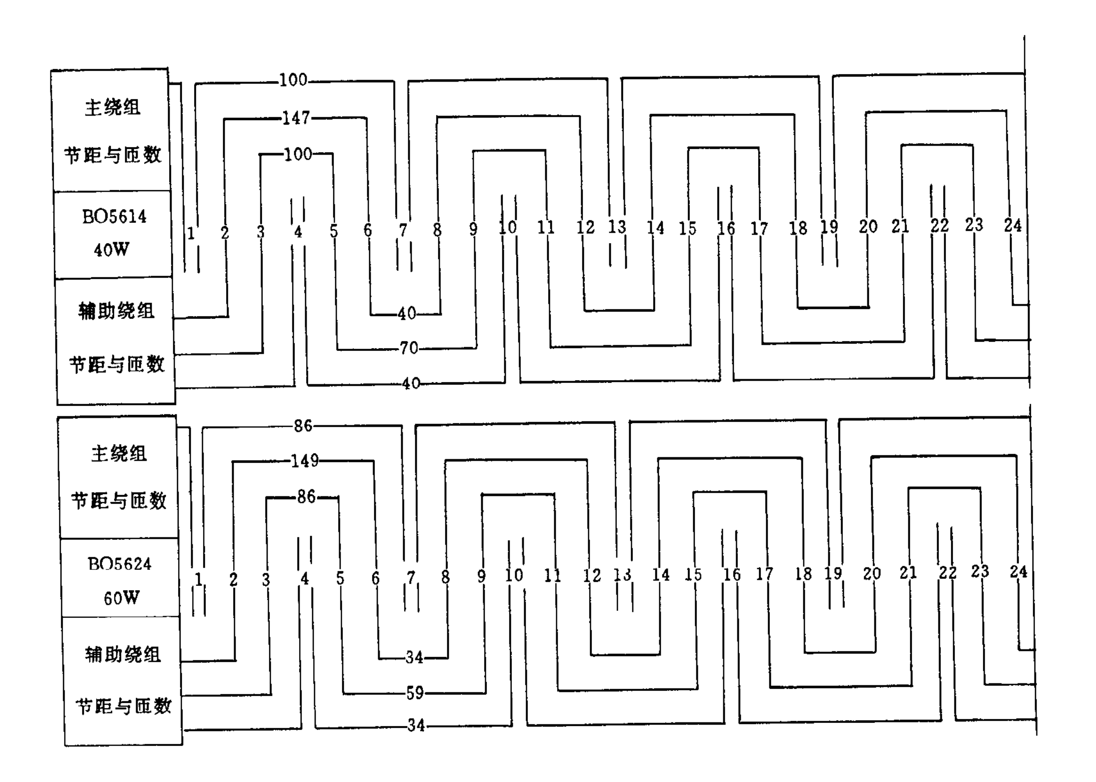


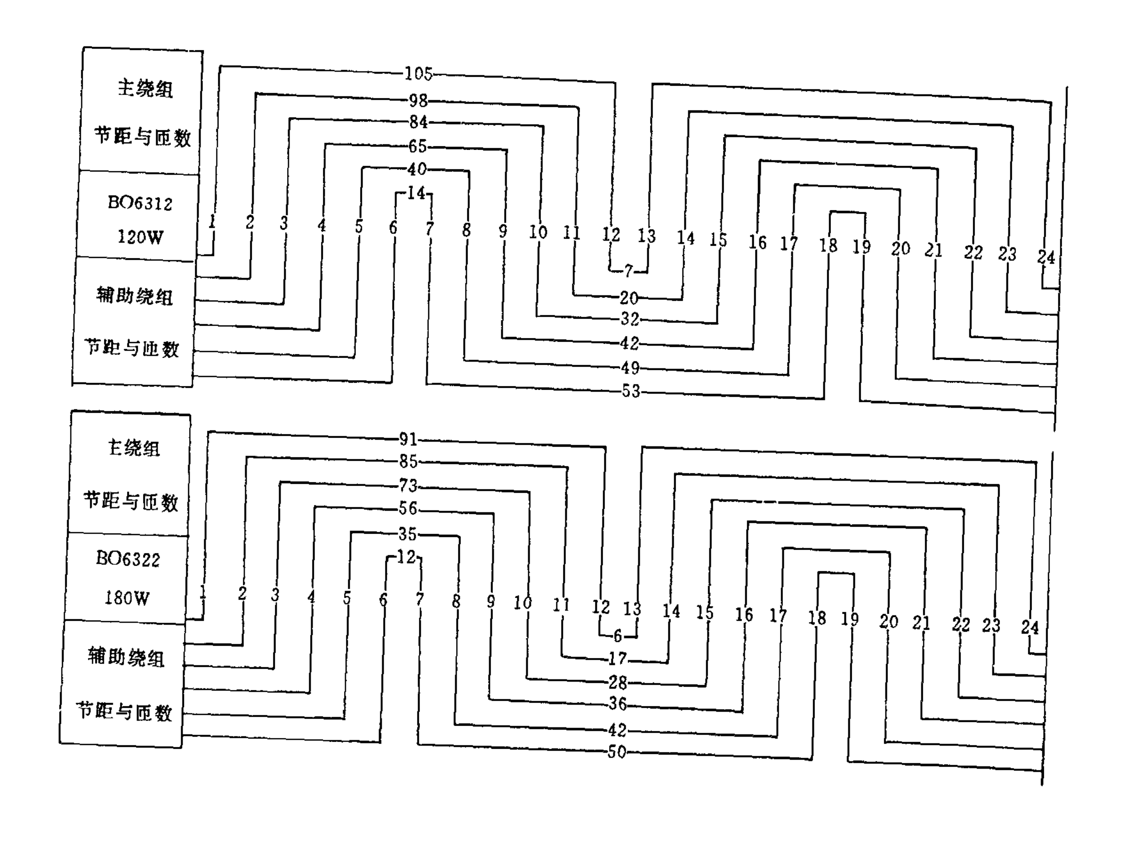
主绕组 节距与匝数
JX4522 25W
辅助绕组 节距与匝数
349 256 93 183 501 685
主绕组 节距与匝数
JX4512 15W
辅助绕组 节距与匝数
412 301 110 168 461 629
主绕组 节距与匝数
JX4524 15W
辅助绕组 节距与匝数
262 262 670
主绕组 节距与匝数
JX4514 8W
辅助绕组 节距与匝数
288 288 650
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

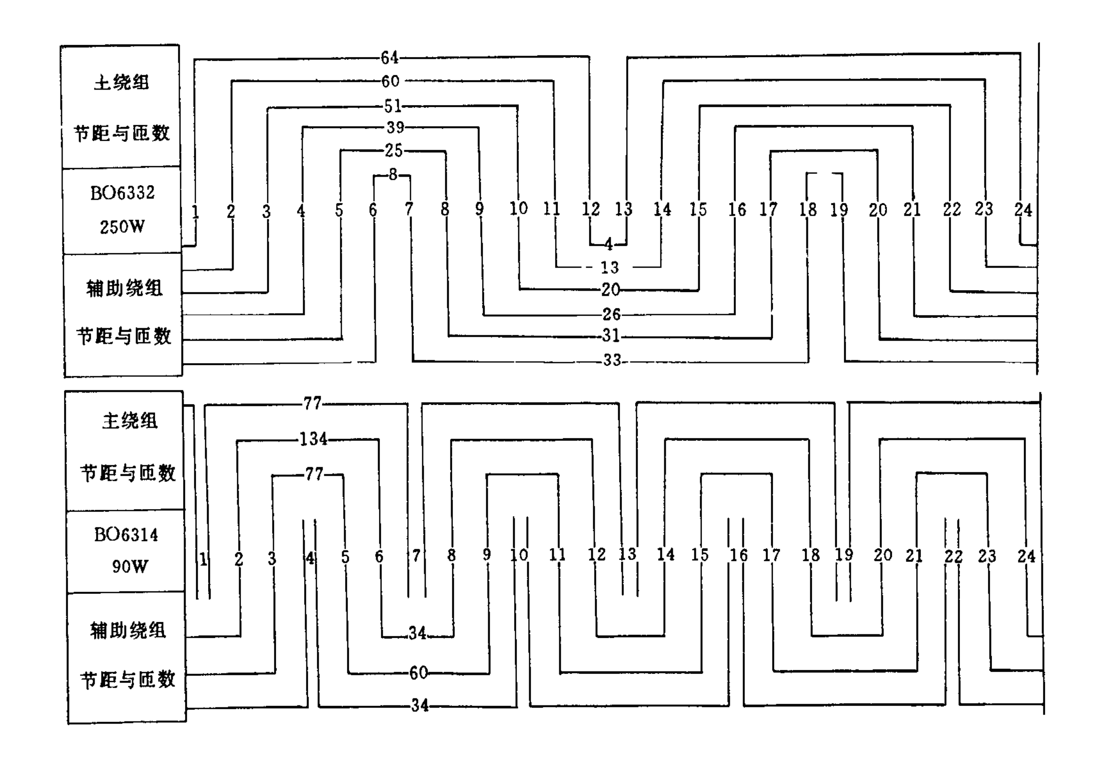
附录 A-6　BO、CO、DO 系列单相异步电动机绕组布置图

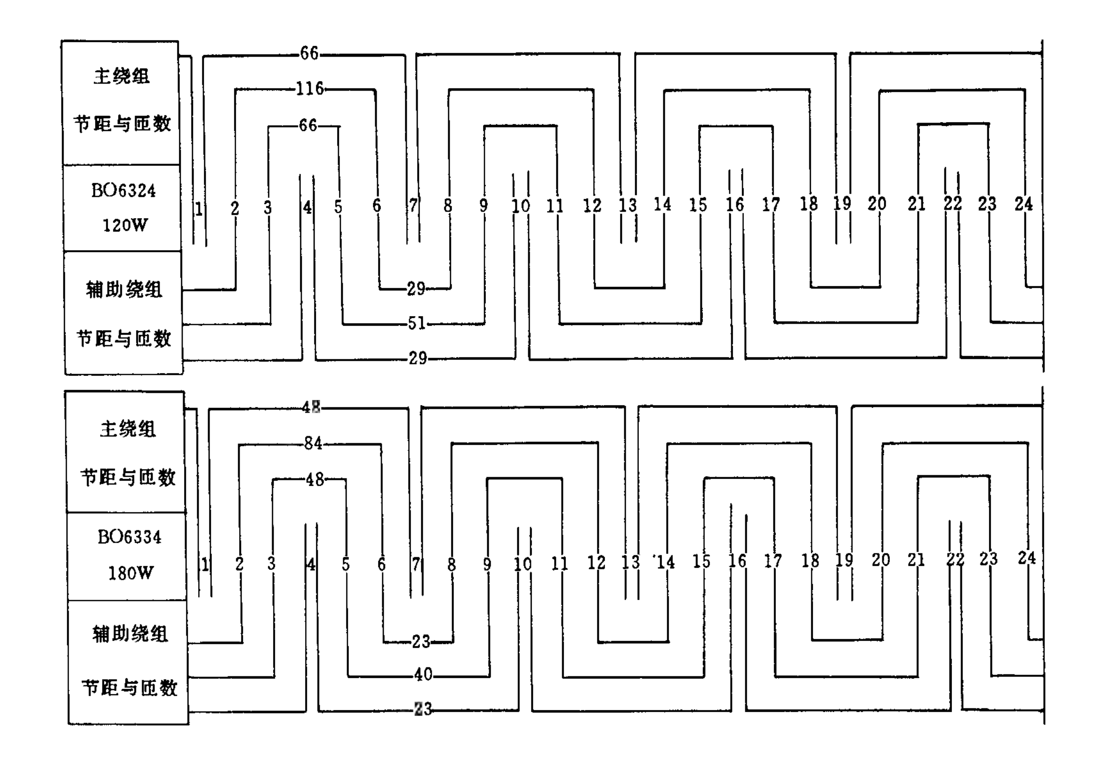
附录 A－6－1　BO 系列单相电阻起动异步电动机绕组布置图

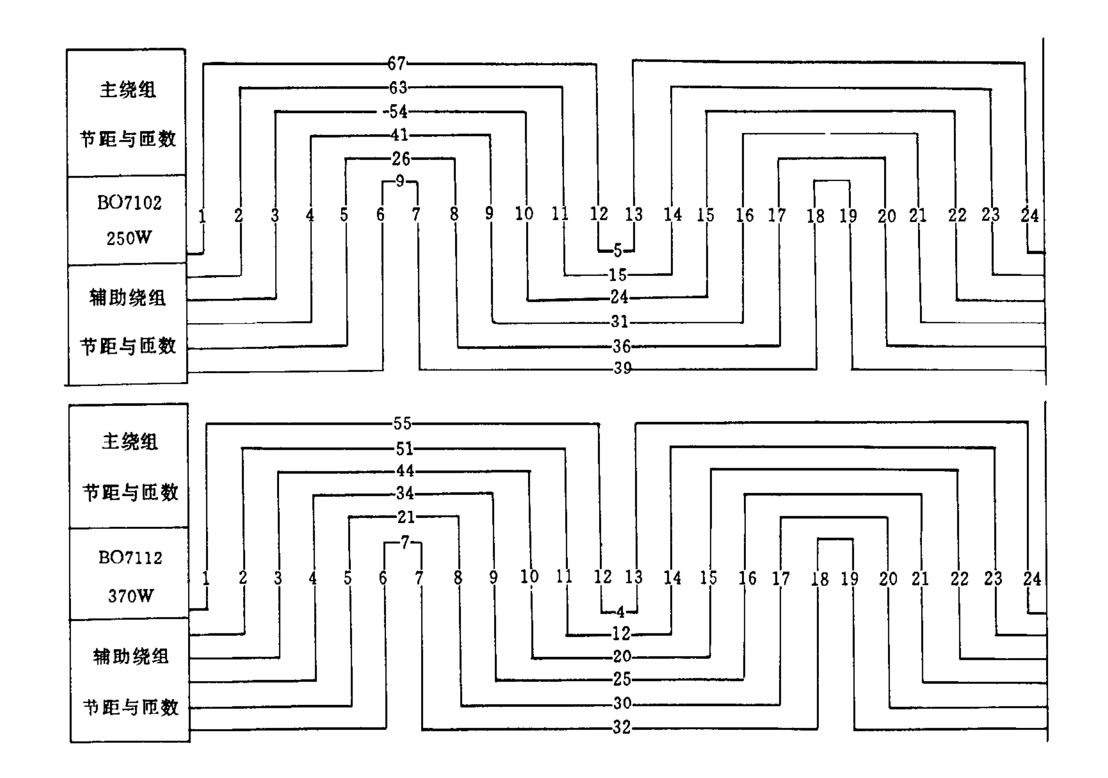


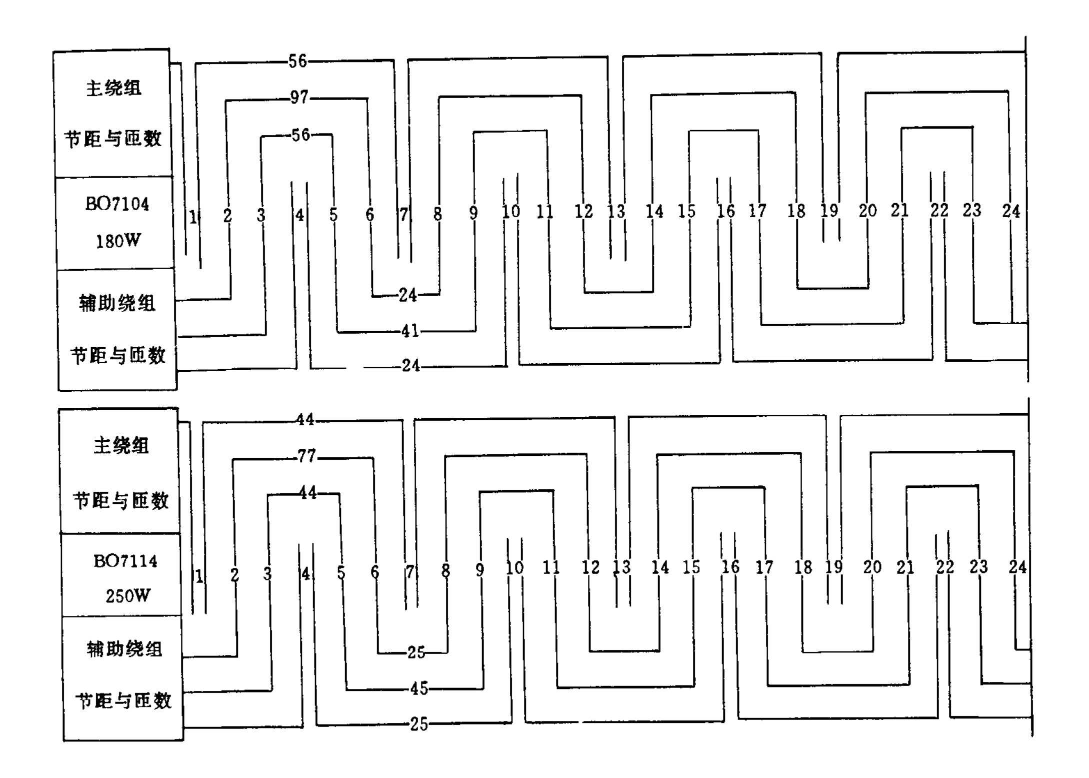

主绕组
节距与匝数
BO5614
40W
辅助绕组
节距与匝数
100
147
100
40
70
40
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
主绕组
节距与匝数
BO5624
60W
辅助绕组
节距与匝数
86
149
86
34
59
34
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

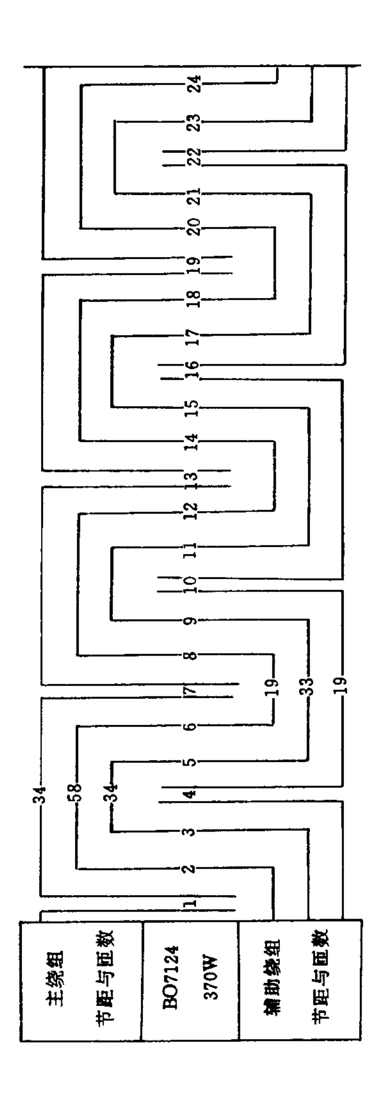

主绕组
节距与匝数
BO6312
120W
辅助绕组
节距与匝数
105
98
84
65
40
14
7
20
32
42
49
53
主绕组
节距与匝数
BO6322
180W
辅助绕组
节距与匝数
91
85
73
56
35
12
6
17
28
36
42
50


土绕组
节距与匝数
BO6332
250W
辅助绕组
节距与匝数
主绕组
节距与匝数
BO6314
90W
辅助绕组
节距与匝数


主绕组
节距与匝数
BO6324
120W
辅助绕组
节距与匝数
66
116
66
29
51
29
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
主绕组
节距与匝数
BO6334
180W
辅助绕组
节距与匝数
48
84
48
23
40
23
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

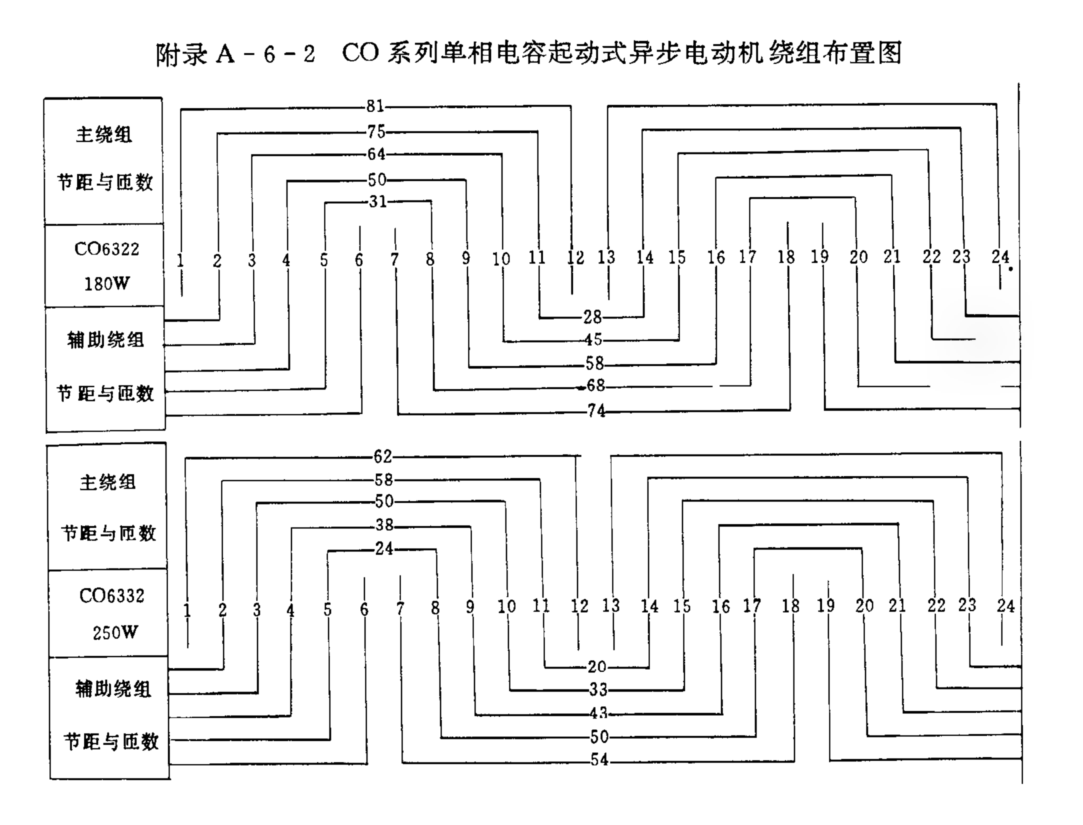

主绕组
节距与匝数
BO7102
250W
辅助绕组
节距与匝数
67
63
54
41
26
9
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
5
15
24
31
36
39
主绕组
节距与匝数
BO7112
370W
辅助绕组
节距与匝数
55
51
44
34
21
7
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
4
12
20
25
30
32

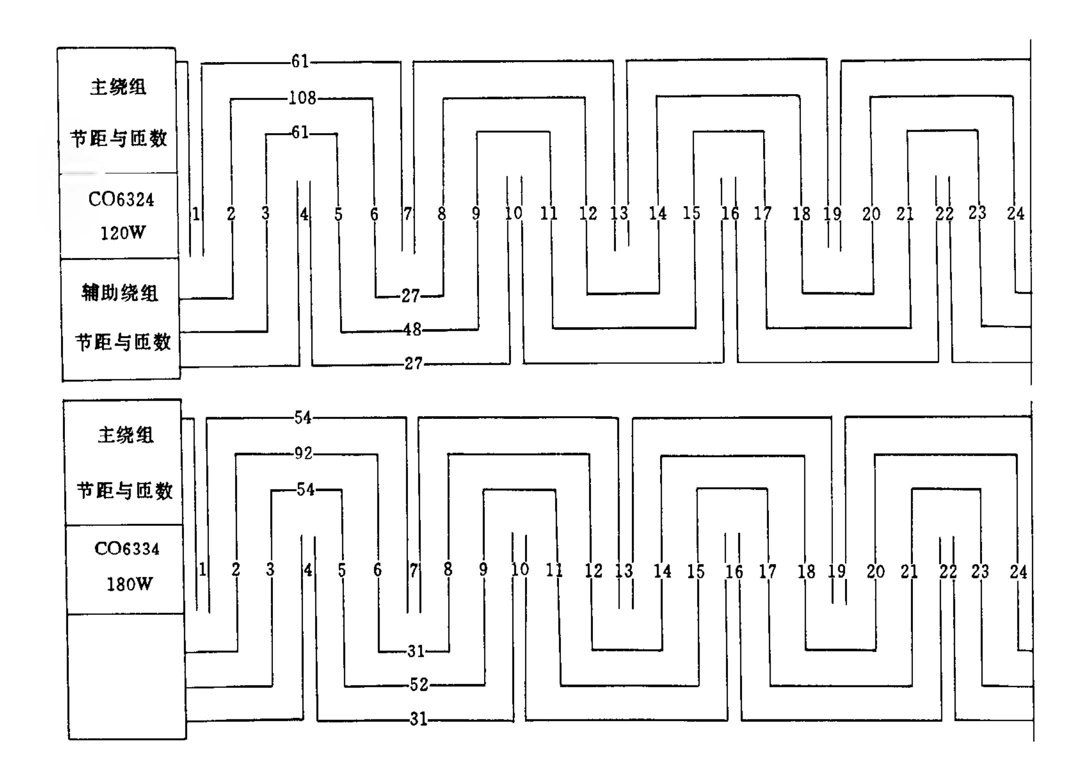

主绕组
节距与匝数
BO7104
180W
辅助绕组
节距与匝数
56
97
56
24
41
24
主绕组
节距与匝数
BO7114
250W
辅助绕组
节距与匝数
44
77
44
25
45
25



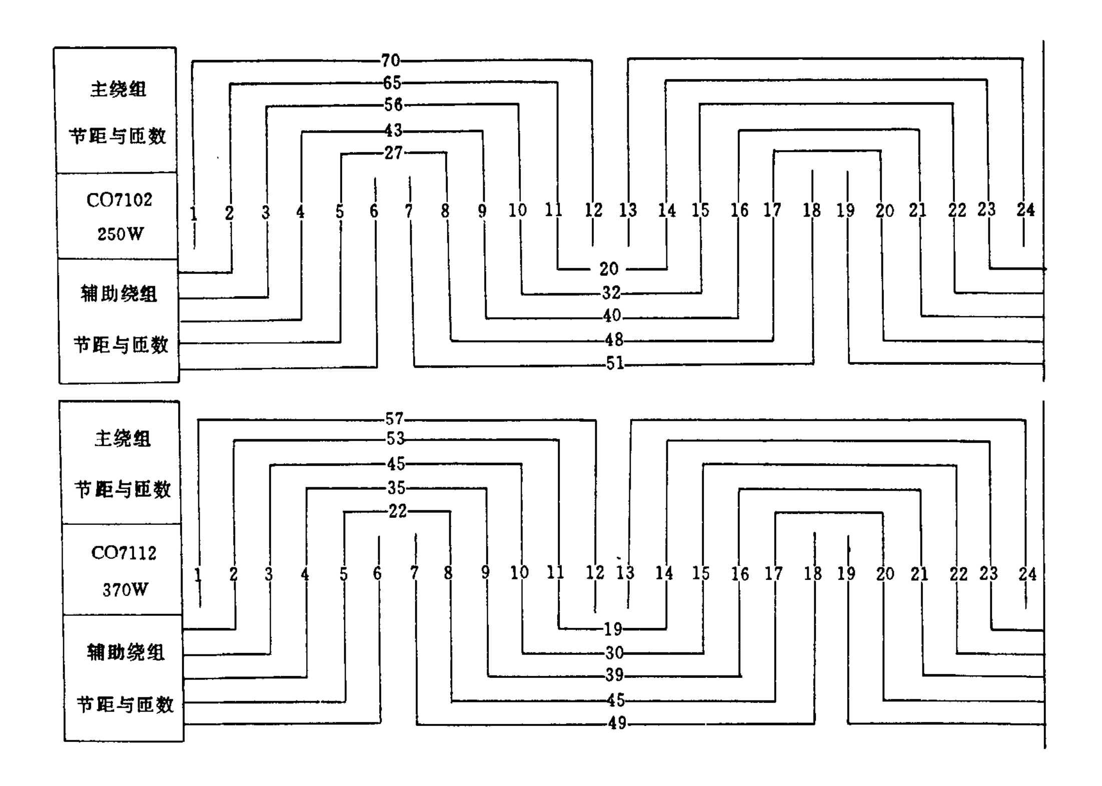
主绕组
节距与匝数
BO7124
370W
辅助绕组
节距与匝数
34
58
34
19
33
19
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

附录 A - 6 - 2　CO 系列单相电容起动式异步电动机绕组布置图

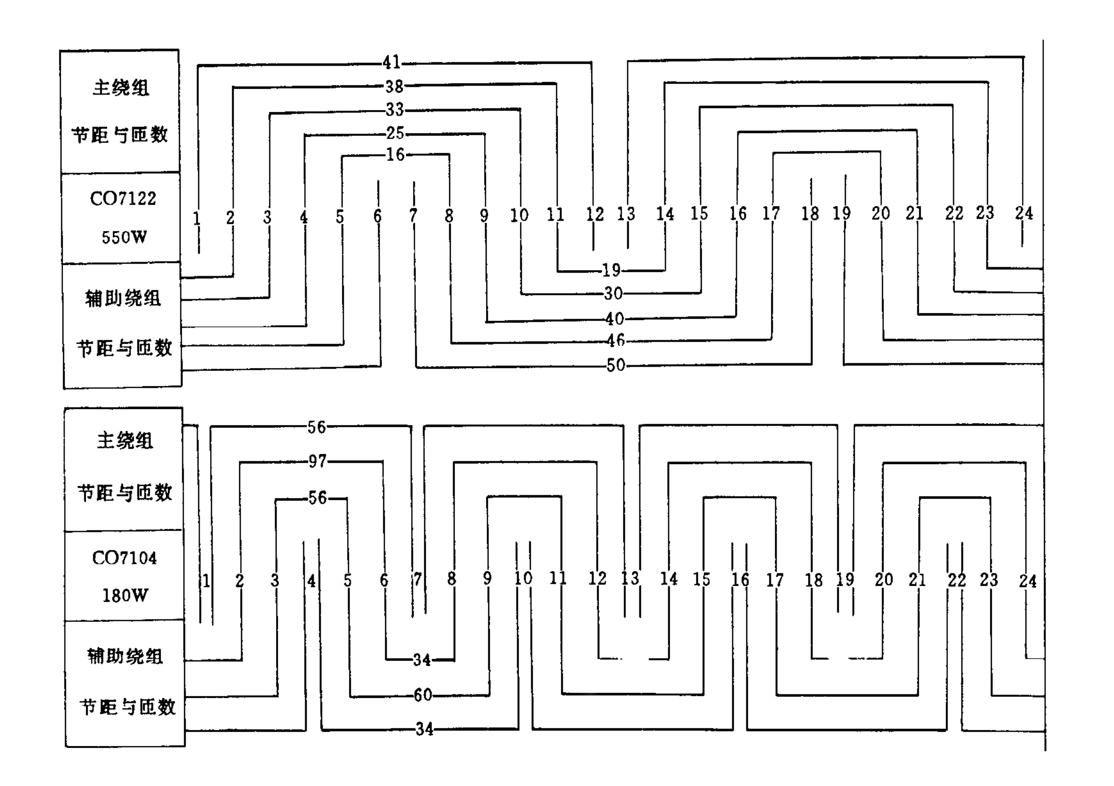


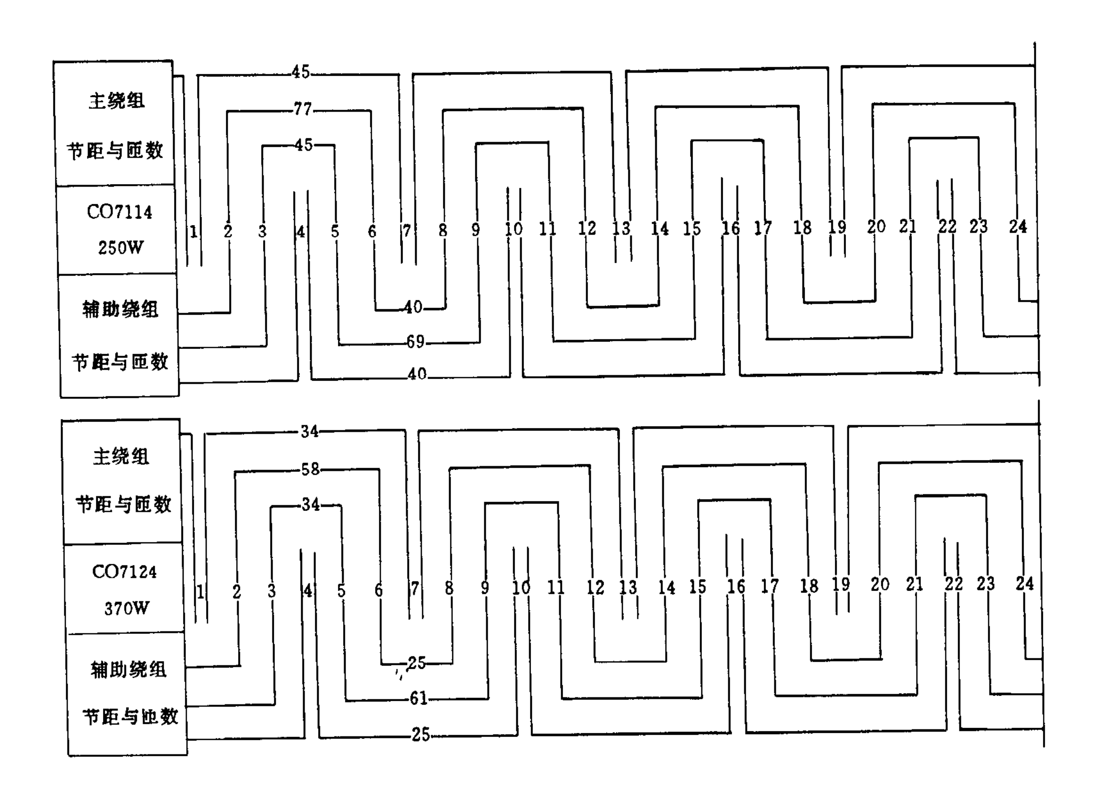


主绕组
节距与匝数
CO6324
120W
辅助绕组
节距与匝数
61
108
61
27
48
27
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
主绕组
节距与匝数
CO6334
180W
54
92
54
31
52
31
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

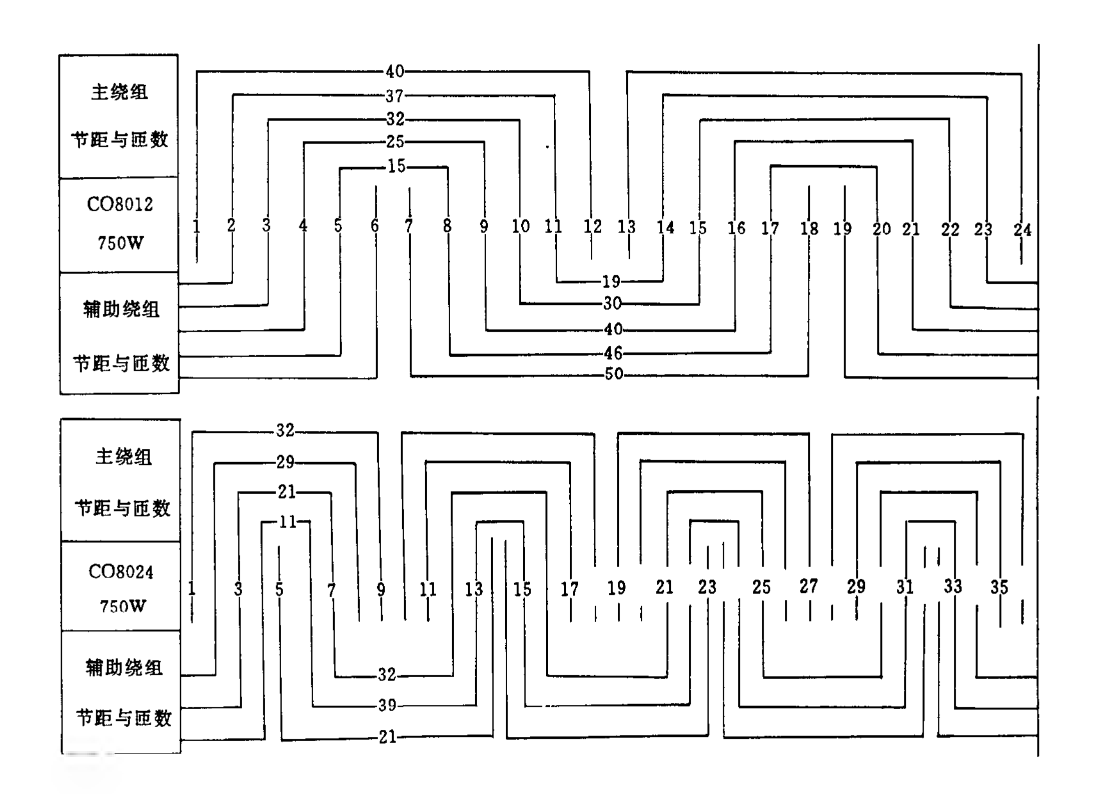


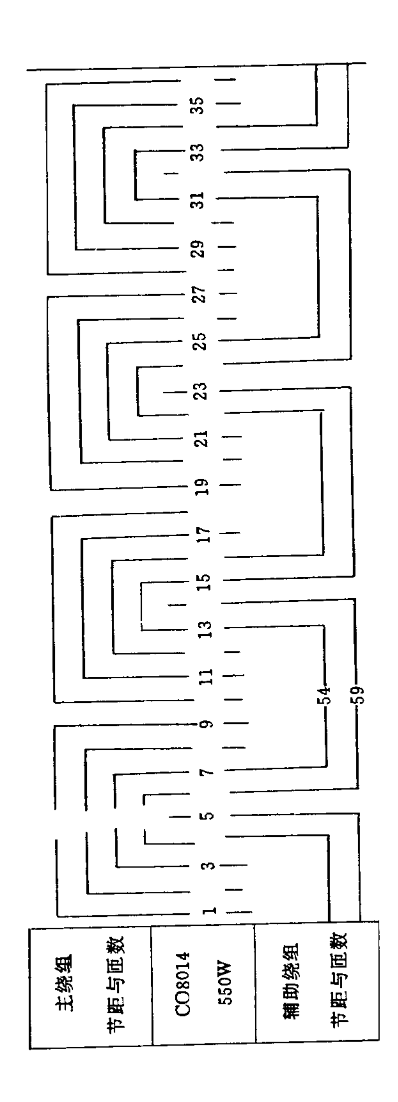
主绕组
节距与匝数
CO7102
250W
辅助绕组
节距与匝数
70
65
56
43
27
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
20
32
40
48
51
主绕组
节距与匝数
CO7112
370W
辅助绕组
节距与匝数
57
53
45
35
22
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
19
30
39
45
49


主绕组
节距与匝数
CO7122
550W
辅助绕组
节距与匝数
41
38
33
25
16
19
30
40
46
50
主绕组
节距与匝数
CO7104
180W
辅助绕组
节距与匝数
56
97
56
34
60
34



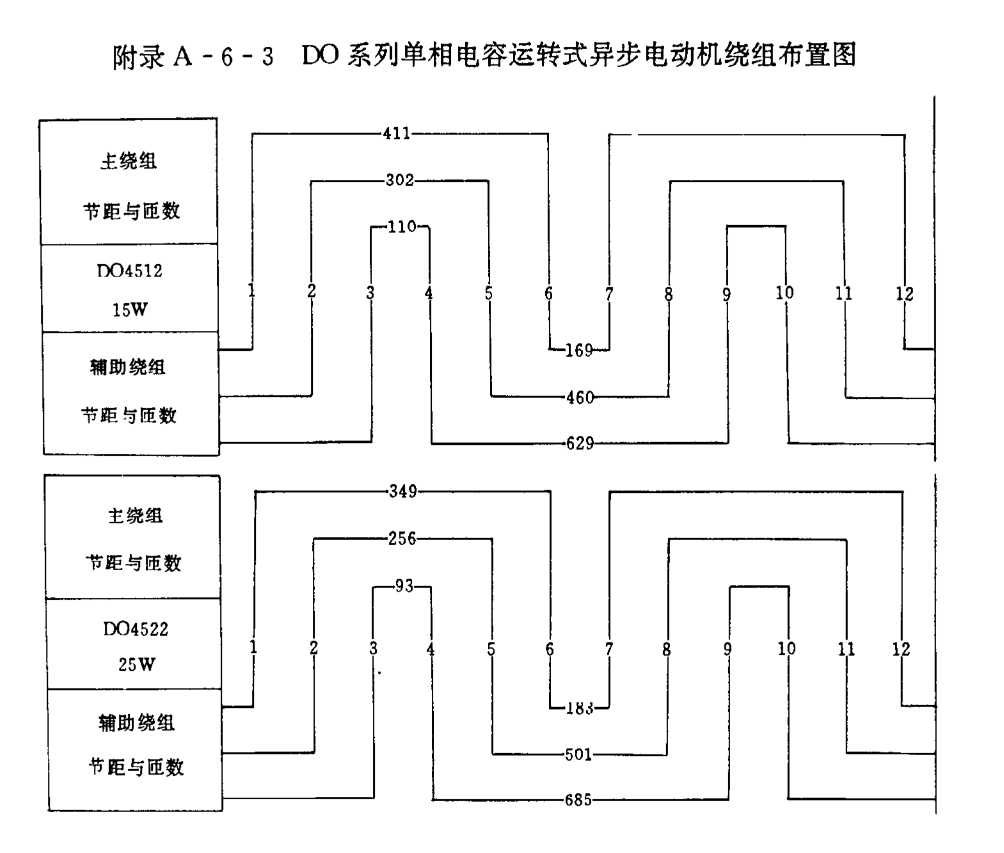
主绕组
节距与匝数
CO7114
250W
辅助绕组
节距与匝数
45
77
45
40
69
40
主绕组
节距与匝数
CO7124
370W
辅助绕组
节距与匝数
34
58
34
25
61
25

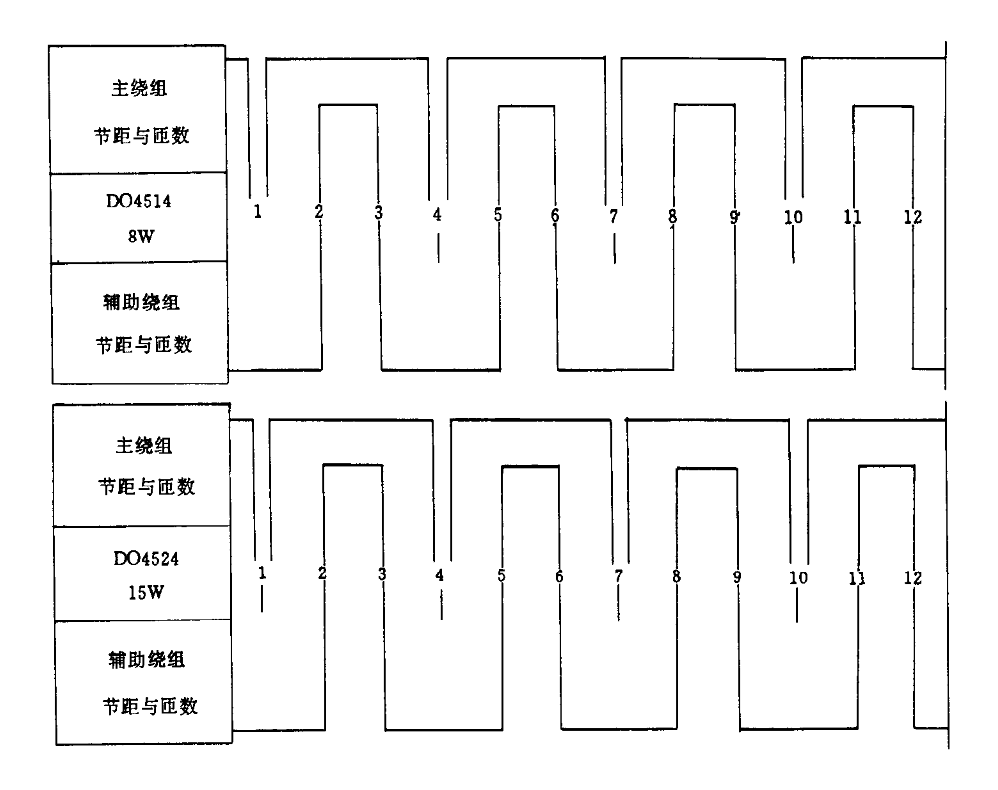

主绕组
节距与匝数
CO8012
750W
辅助绕组
节距与匝数
40
37
32
25
15
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
19
30
40
46
50
主绕组
节距与匝数
CO8024
750W
辅助绕组
节距与匝数
32
29
21
11
1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35
32
39
21

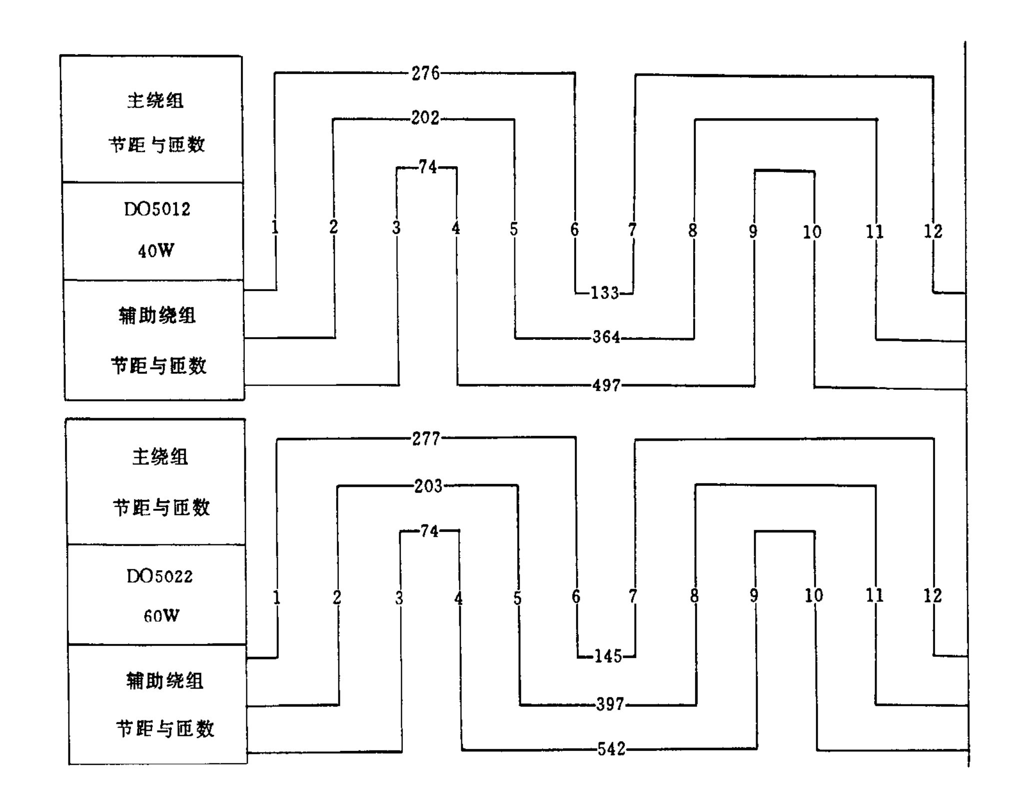


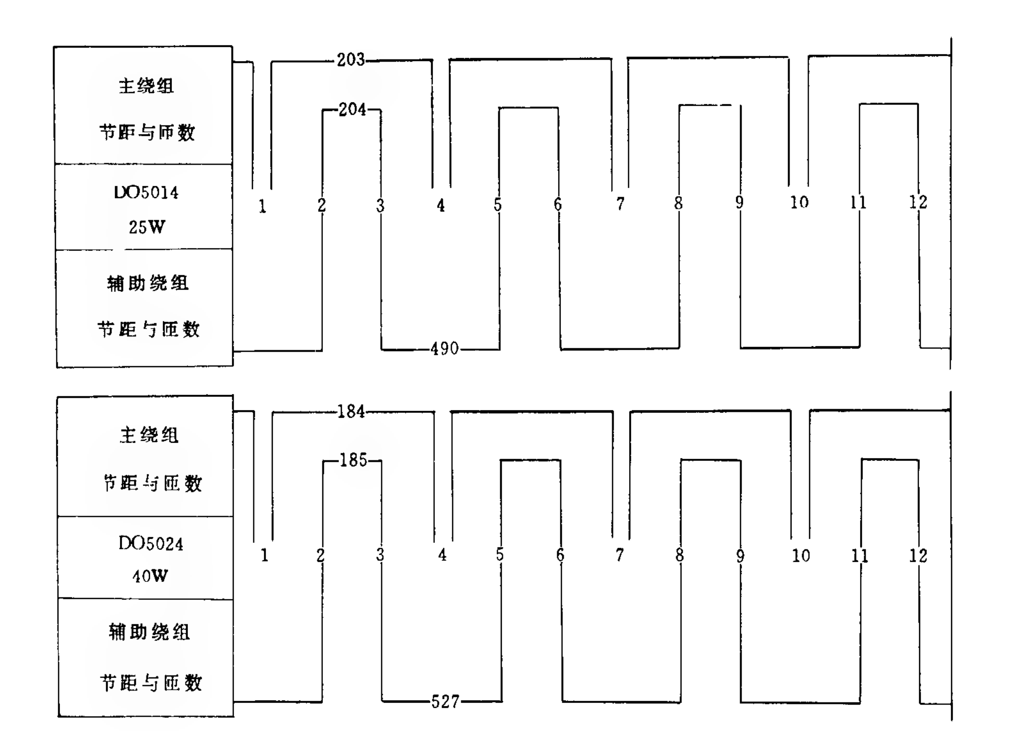
主绕组
节距与匝数
CO8014
550W
辅助绕组
节距与匝数
1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
25
27
29
31
33
35
54
59

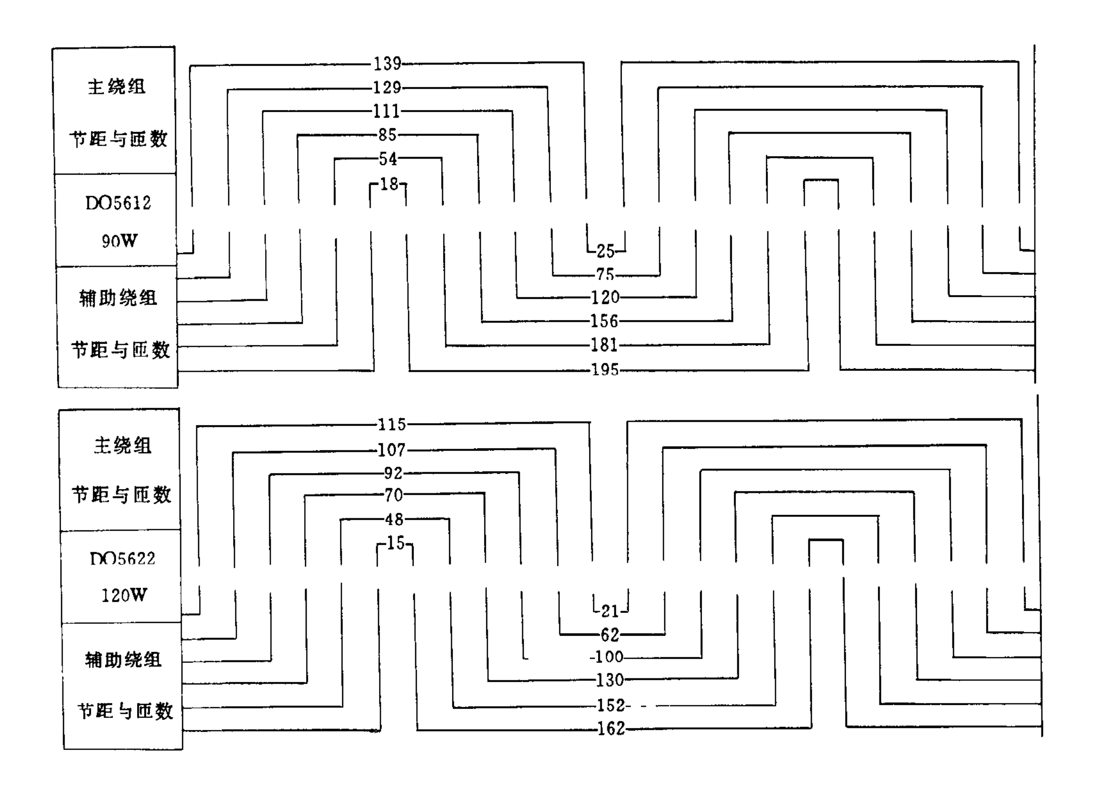
附录 A－6－3　DO 系列单相电容运转式异步电动机绕组布置图

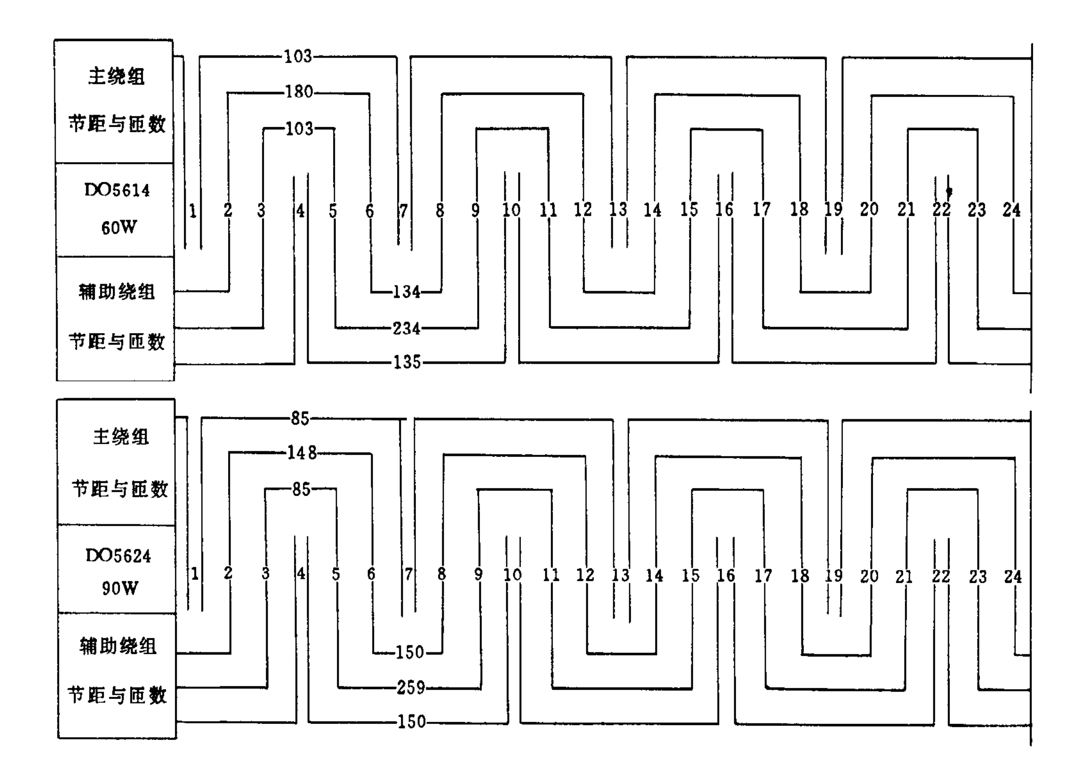



主绕组
节距与匝数
DO4514
8W
辅助绕组
节距与匝数
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
主绕组
节距与匝数
DO4524
15W
辅助绕组
节距与匝数
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12


主绕组
节距与匝数
DO5012
40W
辅助绕组
节距与匝数
276
202
74
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
133
364
497
主绕组
节距与匝数
DO5022
60W
辅助绕组
节距与匝数
277
203
74
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
145
397
542

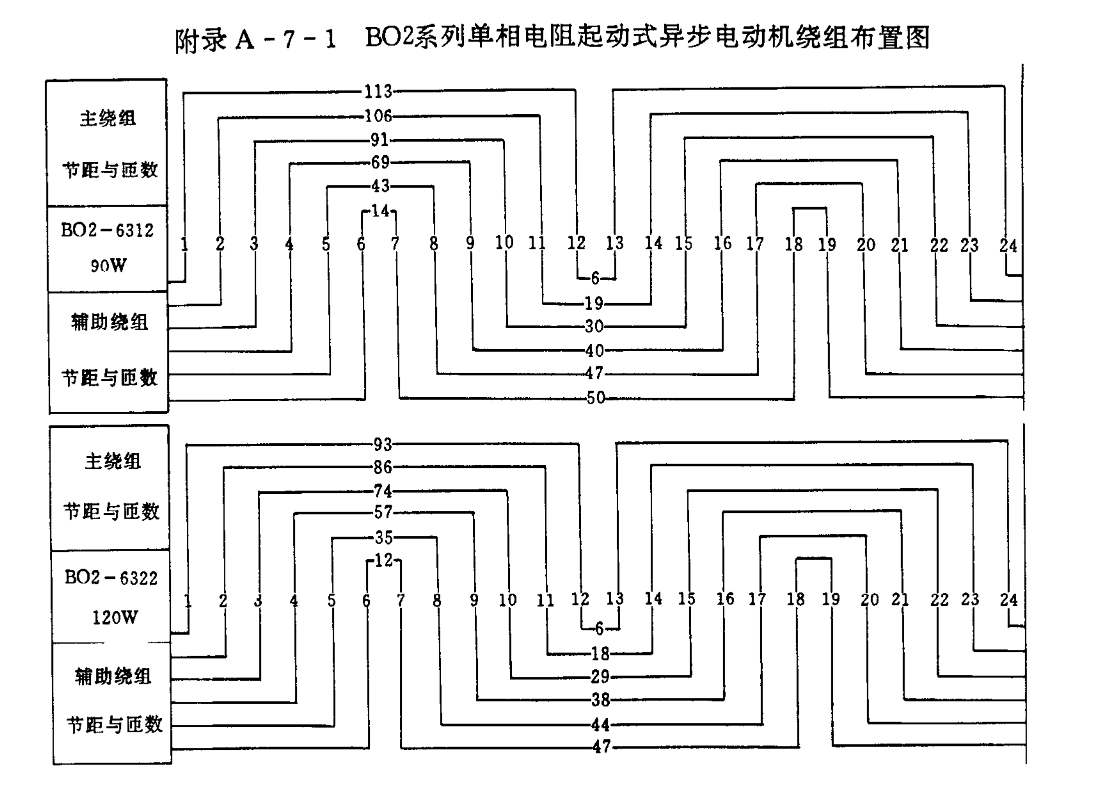

主绕组
节距与匝数
DO5014
25W
辅助绕组
节距与匝数
203
204
490
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
主绕组
节距与匝数
DO5024
40W
辅助绕组
节距与匝数
184
185
527
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

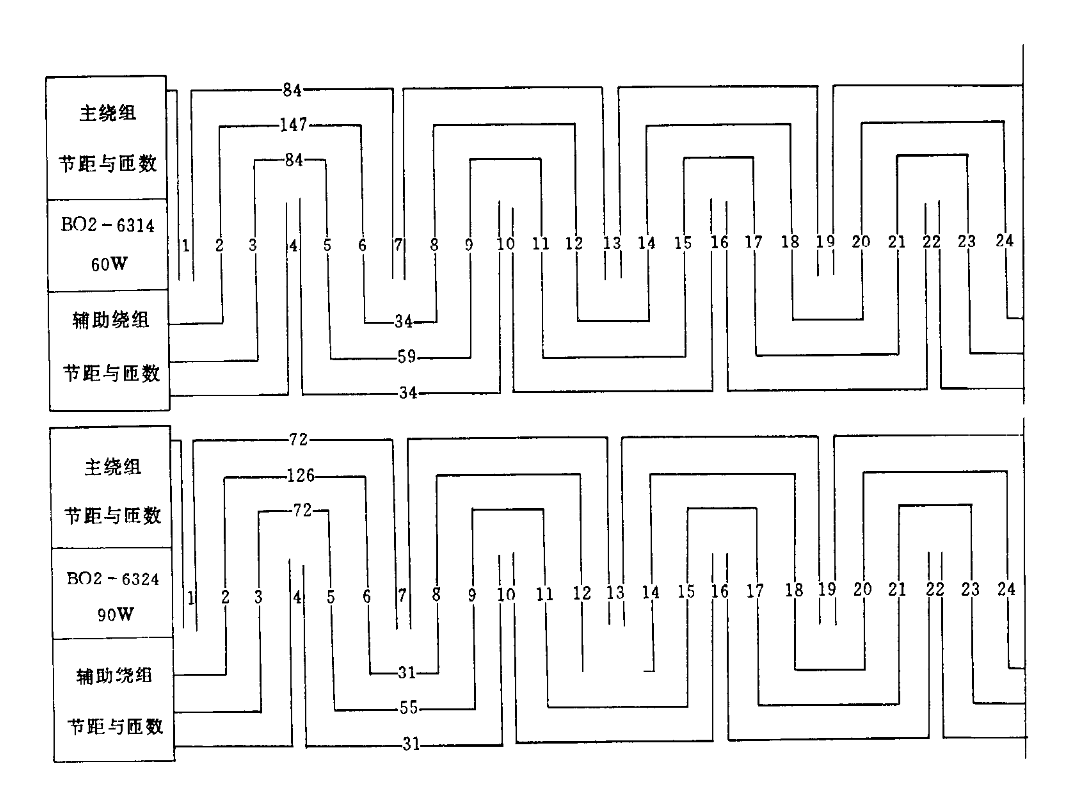

主绕组
节距与匝数
DO5612
90W
辅助绕组
节距与匝数
139
129
111
85
54
18
25
75
120
156
181
195
主绕组
节距与匝数
DO5622
120W
辅助绕组
节距与匝数
115
107
92
70
48
15
21
62
100
130
152
162


主绕组
节距与匝数
DO5614
60W
辅助绕组
节距与匝数
103
180
103
134
234
135
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
主绕组
节距与匝数
DO5624
90W
辅助绕组
节距与匝数
85
148
85
150
259
150
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

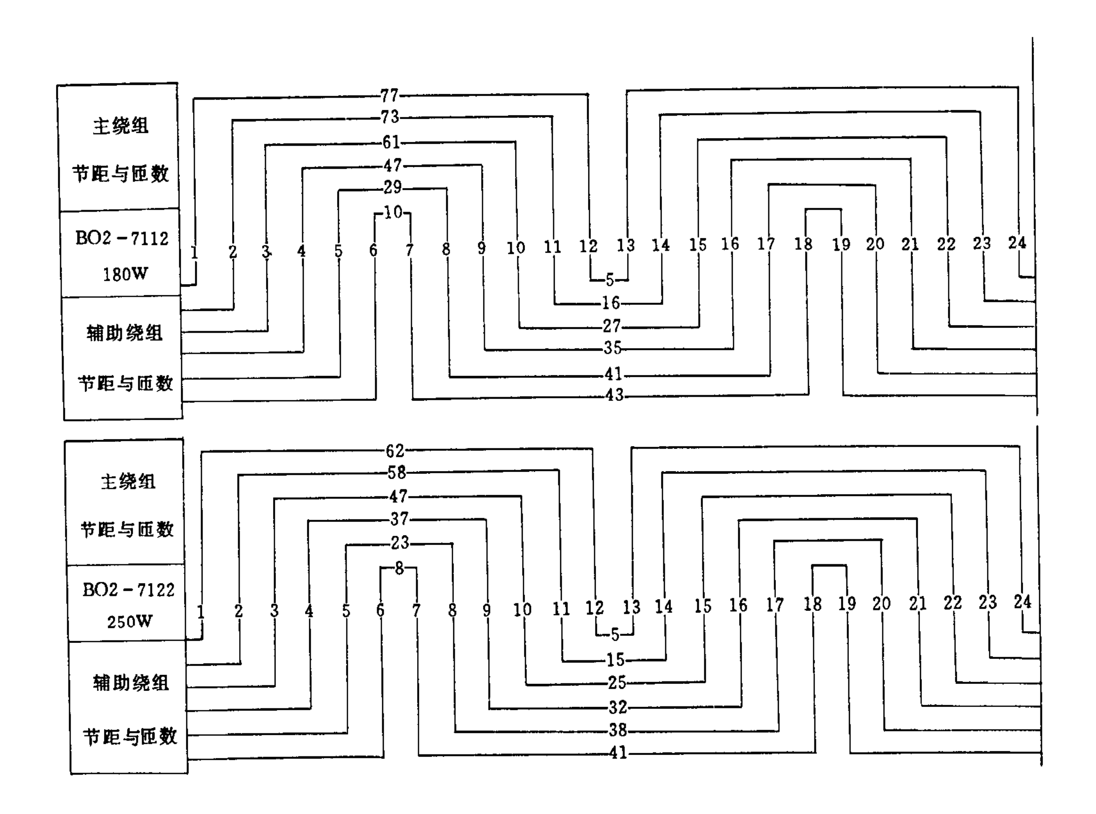
附录 A-7　BO2、CO2、DO2 系列单相异步电动机绕组布置图

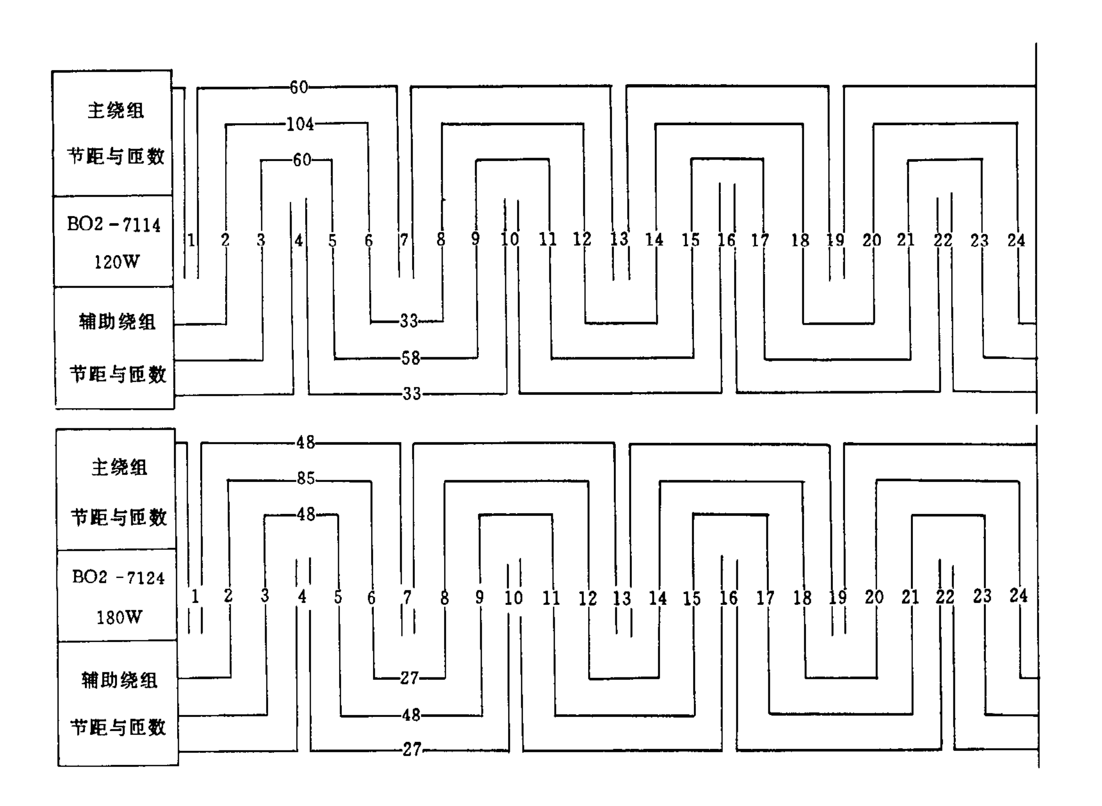
附录 A－7－1　BO2系列单相电阻起动式异步电动机绕组布置图

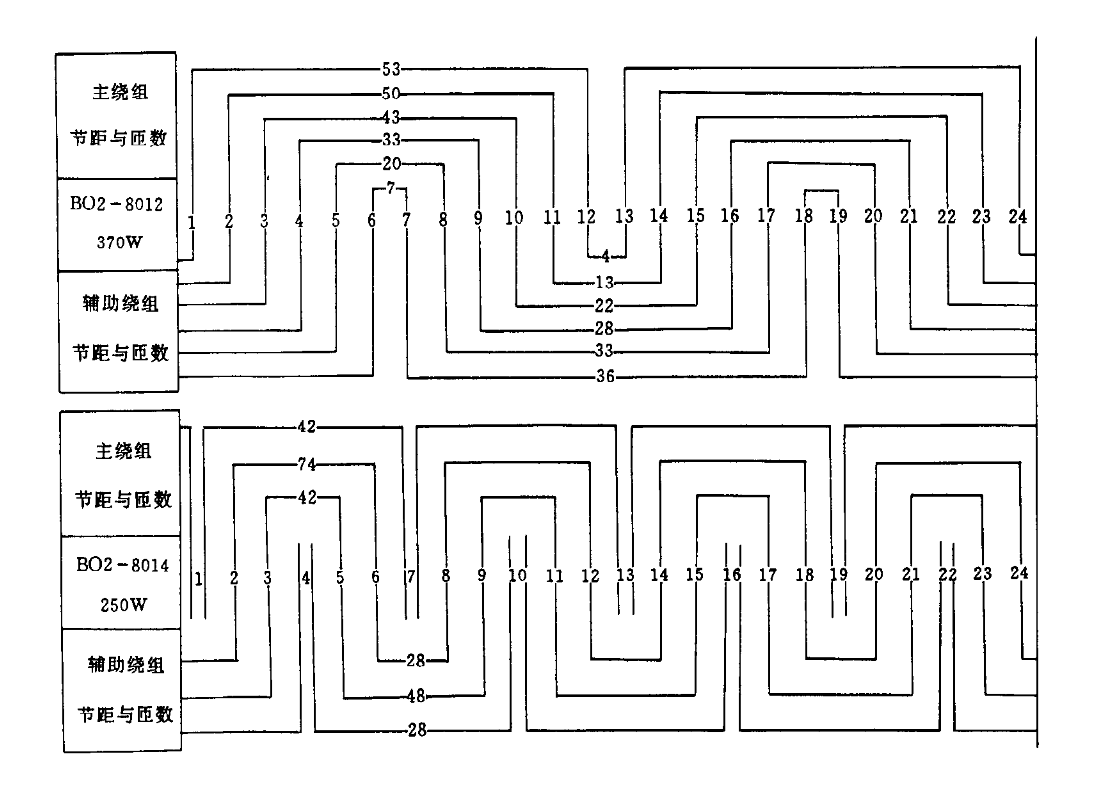




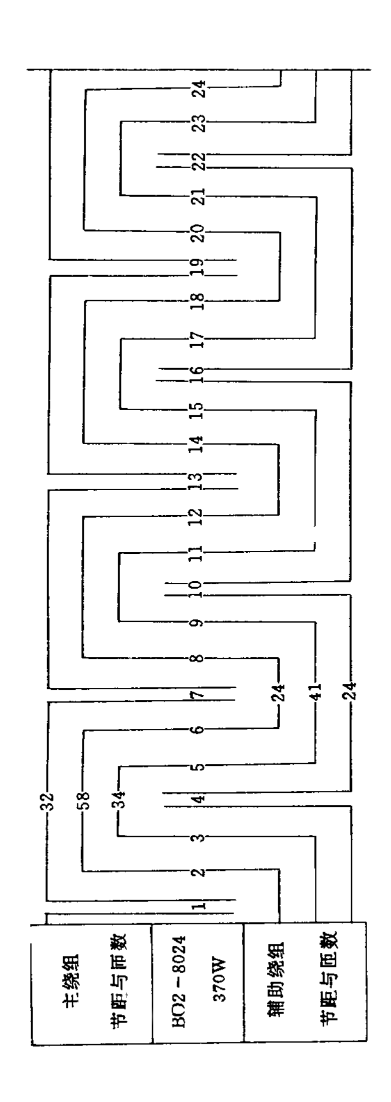
主绕组
节距与匝数
BO2－6314
60W
辅助绕组
节距与匝数
84
147
84
34
59
34
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
主绕组
节距与匝数
BO2－6324
90W
辅助绕组
节距与匝数
72
126
72
31
55
31
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24


主绕组
节距与匝数
BO2－7112
180W
辅助绕组
节距与匝数
77
73
61
47
29
10
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
5
16
27
35
41
43
主绕组
节距与匝数
BO2－7122
250W
辅助绕组
节距与匝数
62
58
47
37
23
8
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
5
15
25
32
38
41

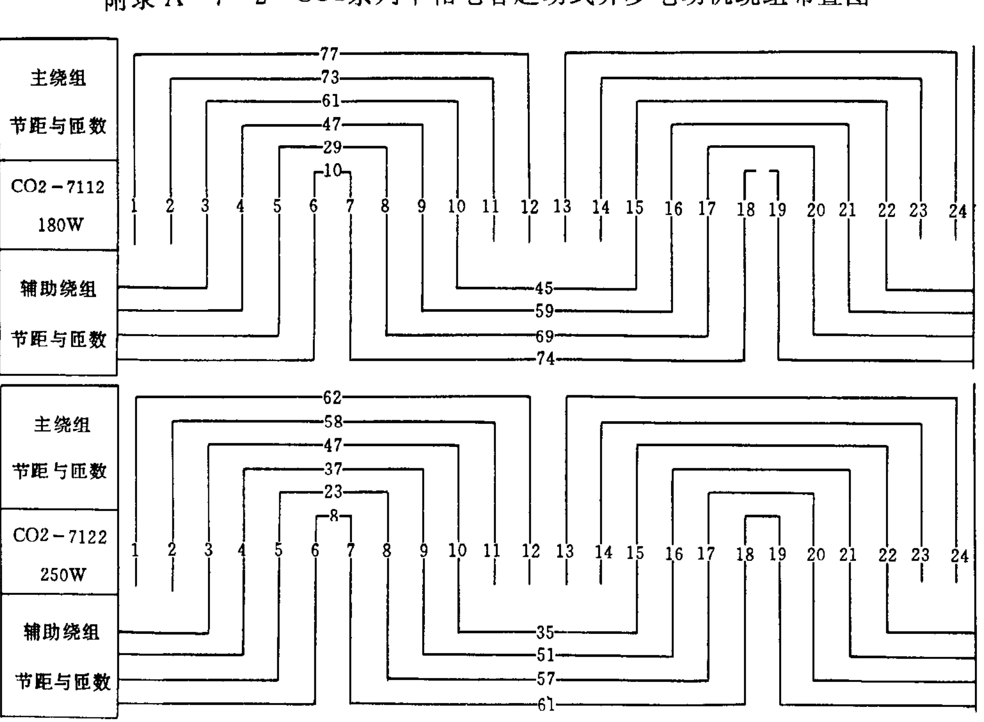

主绕组
节距与匝数
BO2-7114
120W
辅助绕组
节距与匝数
60
104
60
33
58
33
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
主绕组
节距与匝数
BO2-7124
180W
辅助绕组
节距与匝数
48
85
48
27
48
27
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

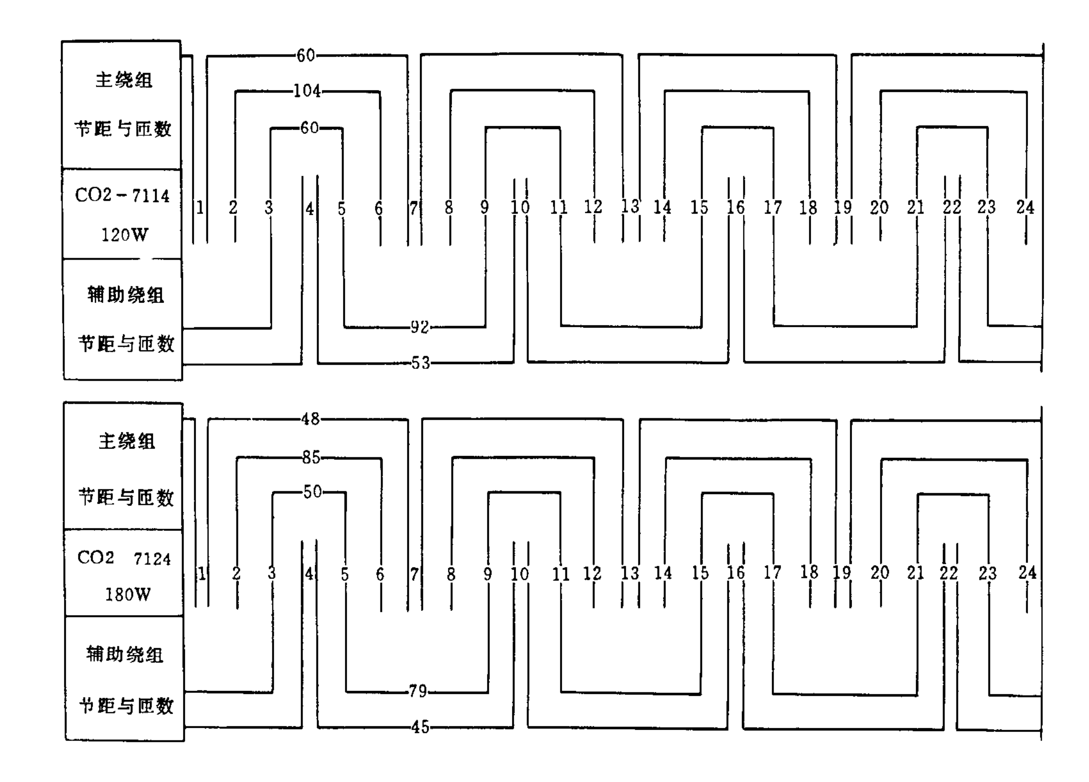


主绕组
节距与匝数
BO2－8012
370W
辅助绕组
节距与匝数
主绕组
节距与匝数
BO2－8014
250W
辅助绕组
节距与匝数

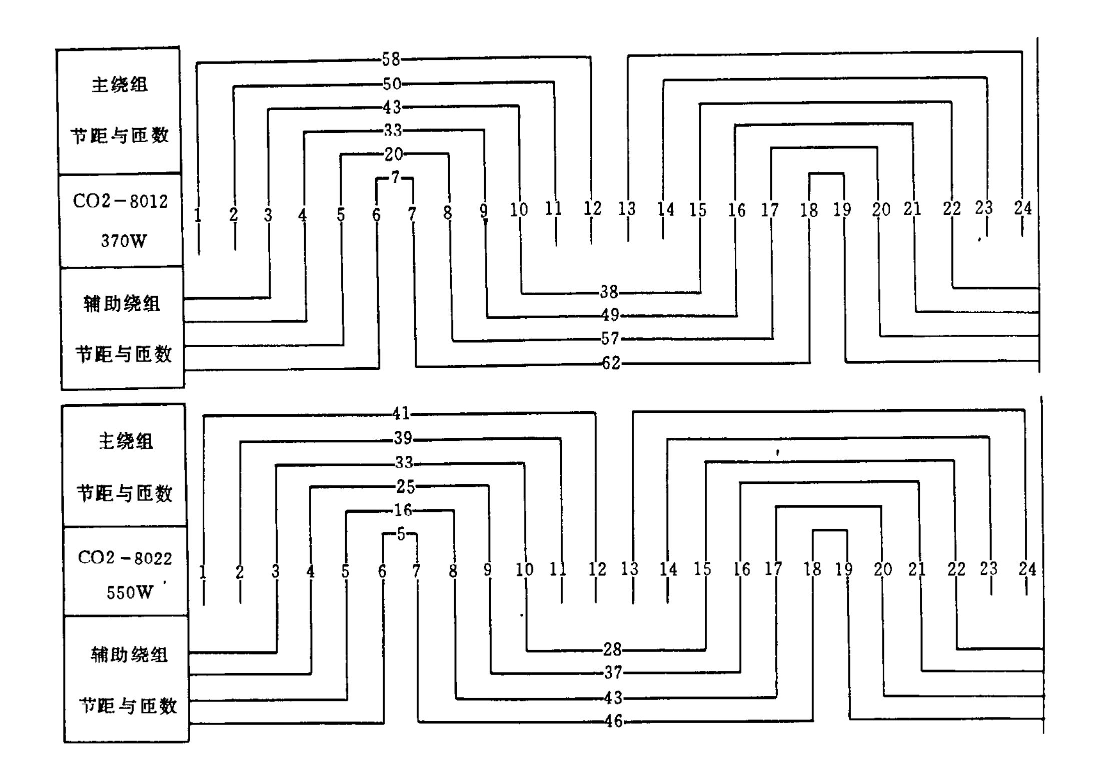

主绕组
节距与匝数
BO2－8024
370W
辅助绕组
节距与匝数
32
58
34
24
41
24
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

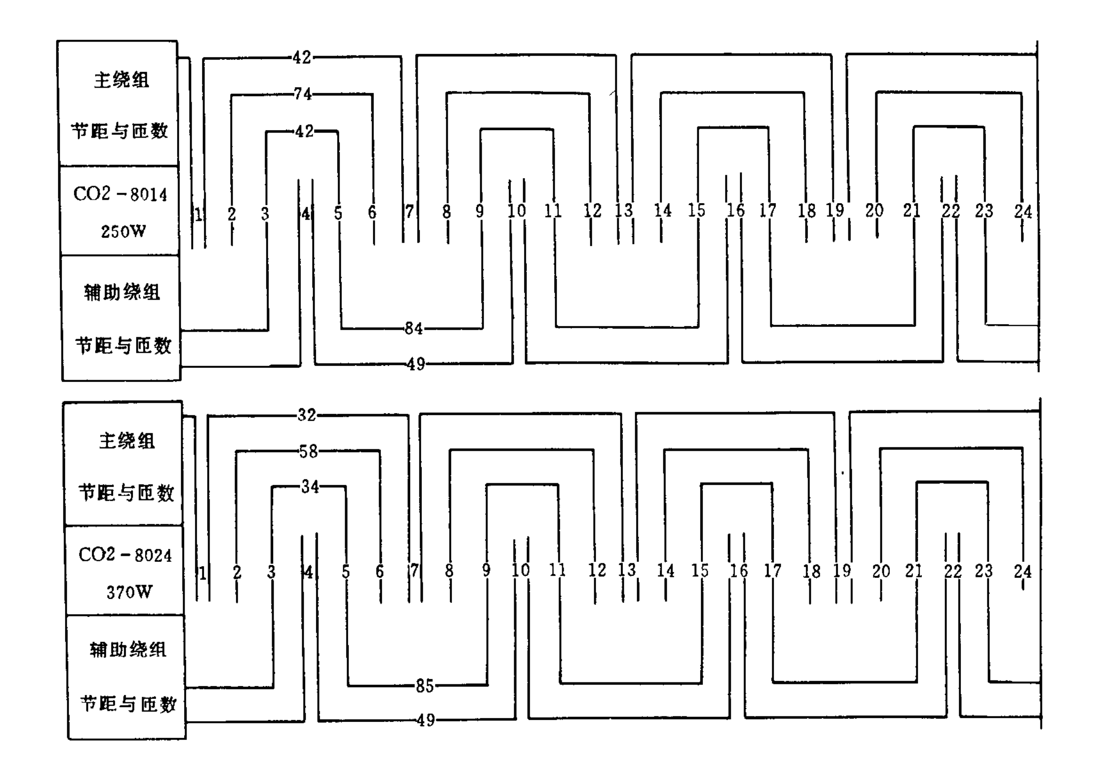
附录A-7-2　CO2系列单相电容起动式异步电动机绕组布置图

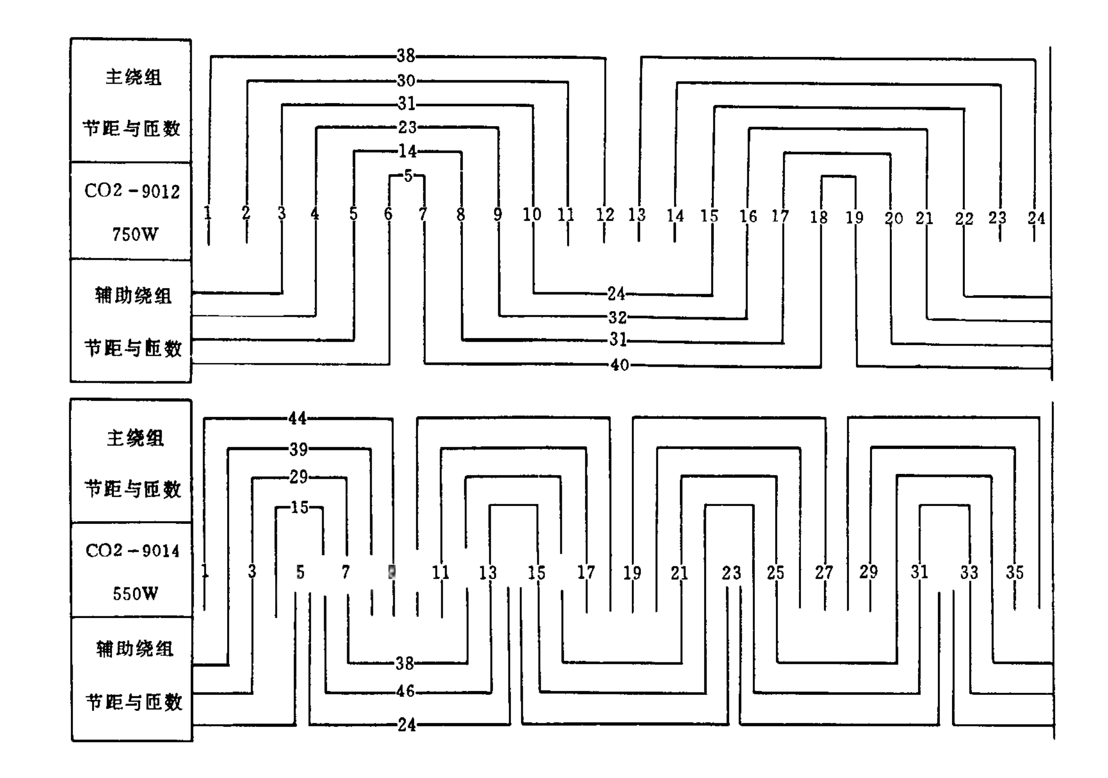




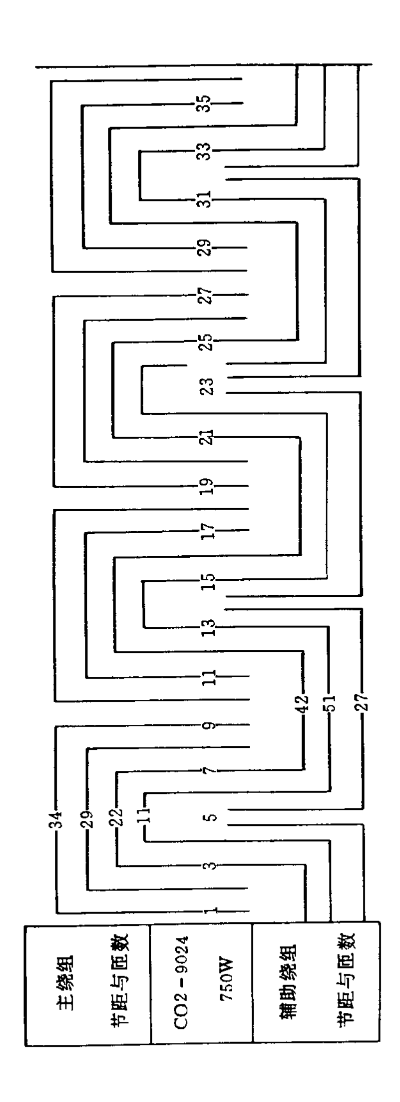
主绕组
节距与匝数
CO2－7114
120W
辅助绕组
节距与匝数
60
104
60
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
92
53
主绕组
节距与匝数
CO2 7124
180W
辅助绕组
节距与匝数
48
85
50
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
79
45


主绕组
节距与匝数
CO2－8012
370W
辅助绕组
节距与匝数
58 50 43 33 20 7
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
38 49 57 62
主绕组
节距与匝数
CO2－8022
550W
辅助绕组
节距与匝数
41 39 33 25 16 5
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
28 37 43 46


主绕组
节距与匝数
CO2－8014
250W
辅助绕组
节距与匝数
42
74
42
84
49
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
主绕组
节距与匝数
CO2－8024
370W
辅助绕组
节距与匝数
32
58
34
85
49
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

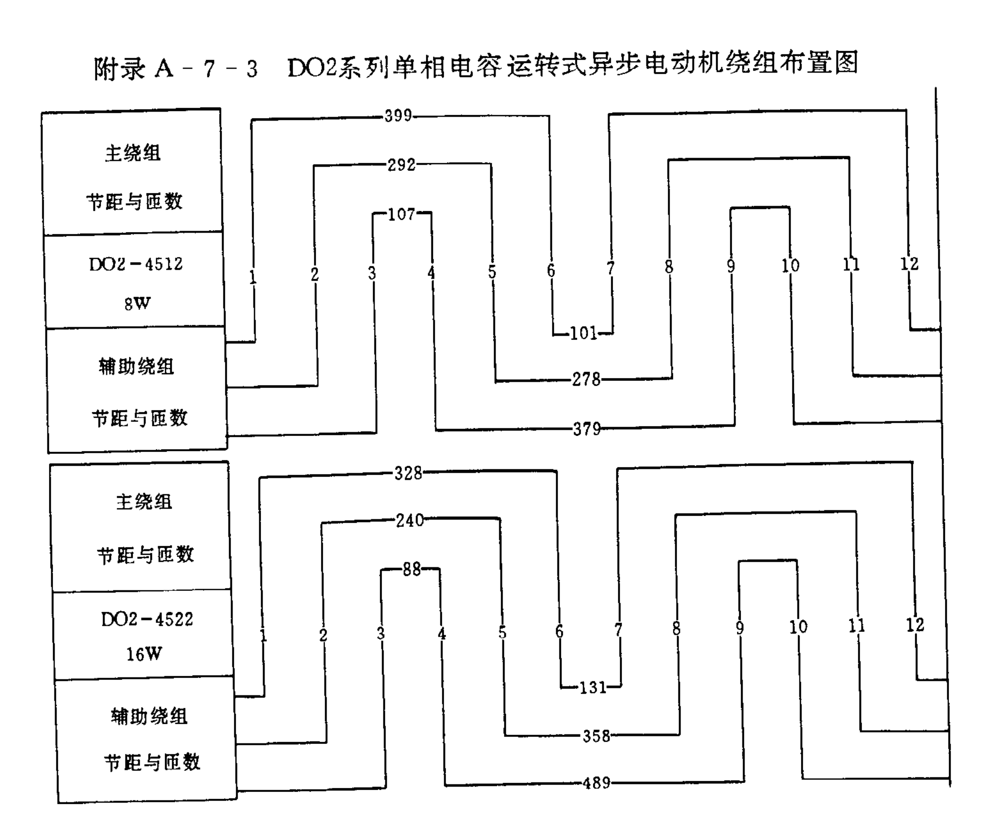


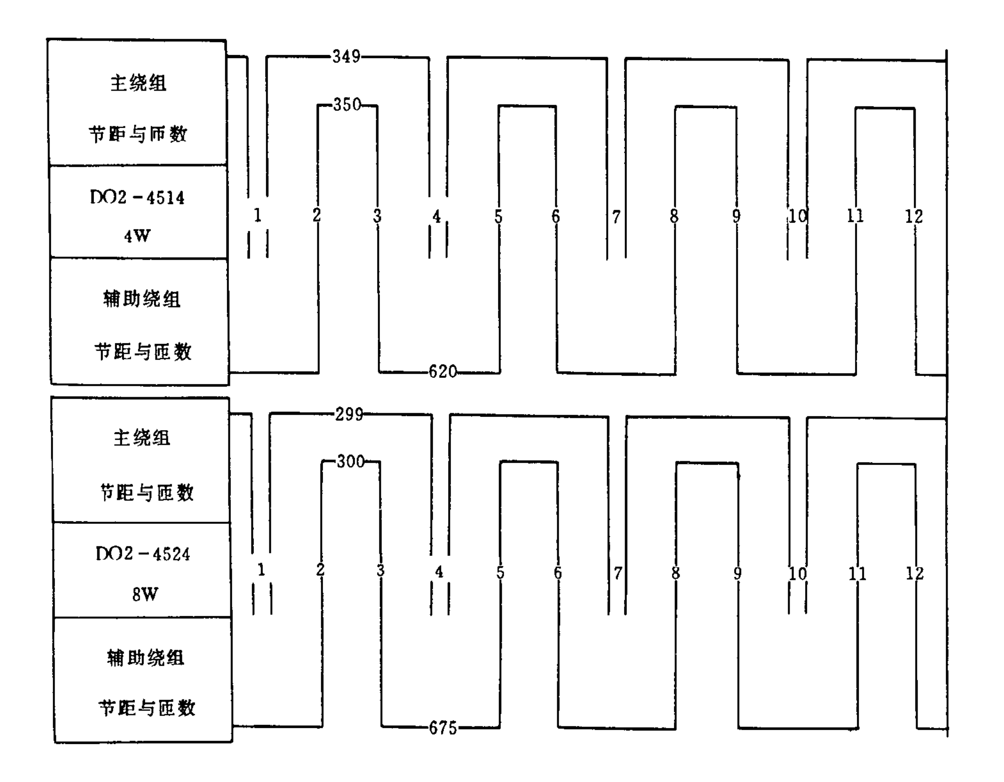
主绕组
节距与匝数
CO2－9012
750W
辅助绕组
节距与匝数
主绕组
节距与匝数
CO2－9014
550W
辅助绕组
节距与匝数

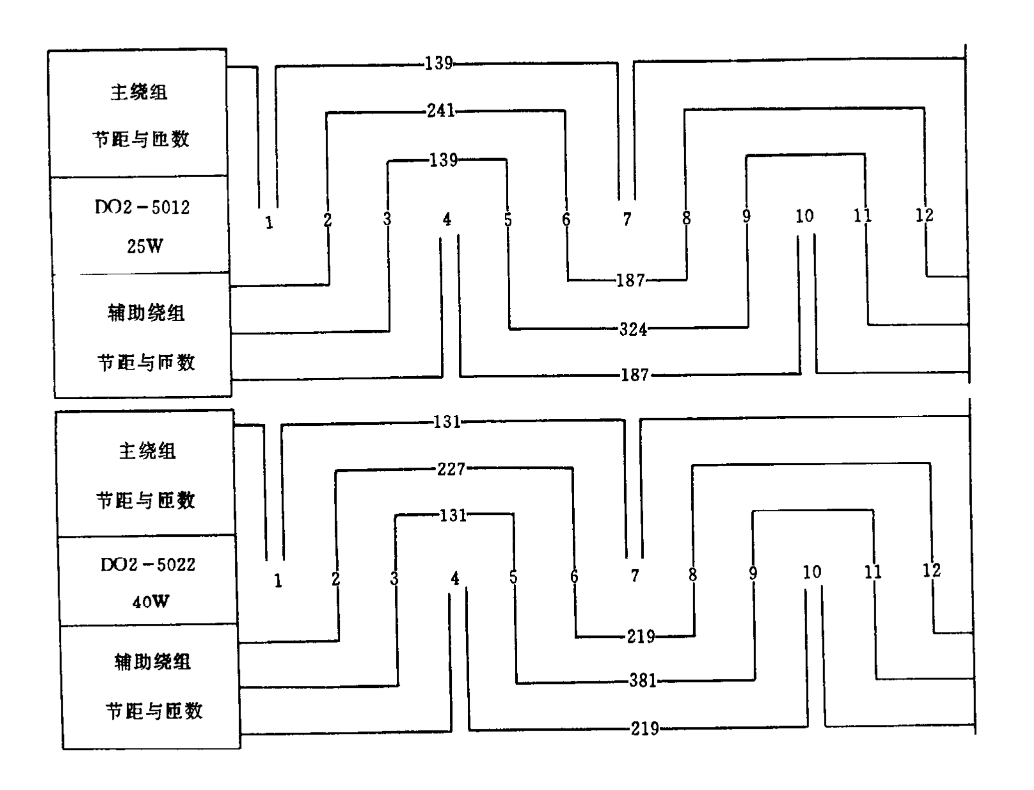


主绕组
节距与匝数
CO2－9024
750W
辅助绕组
节距与匝数
1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
25
27
29
31
33
35
34
29
22
11
42
51
27

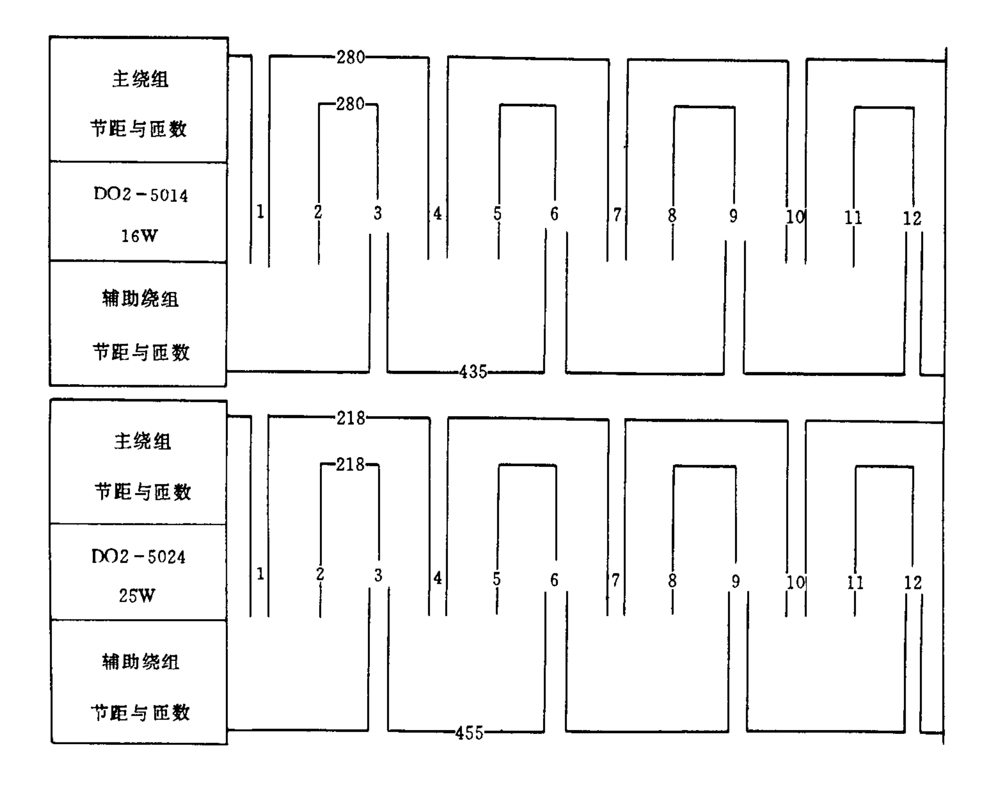
附录 A - 7 - 3　DO2系列单相电容运转式异步电动机绕组布置图



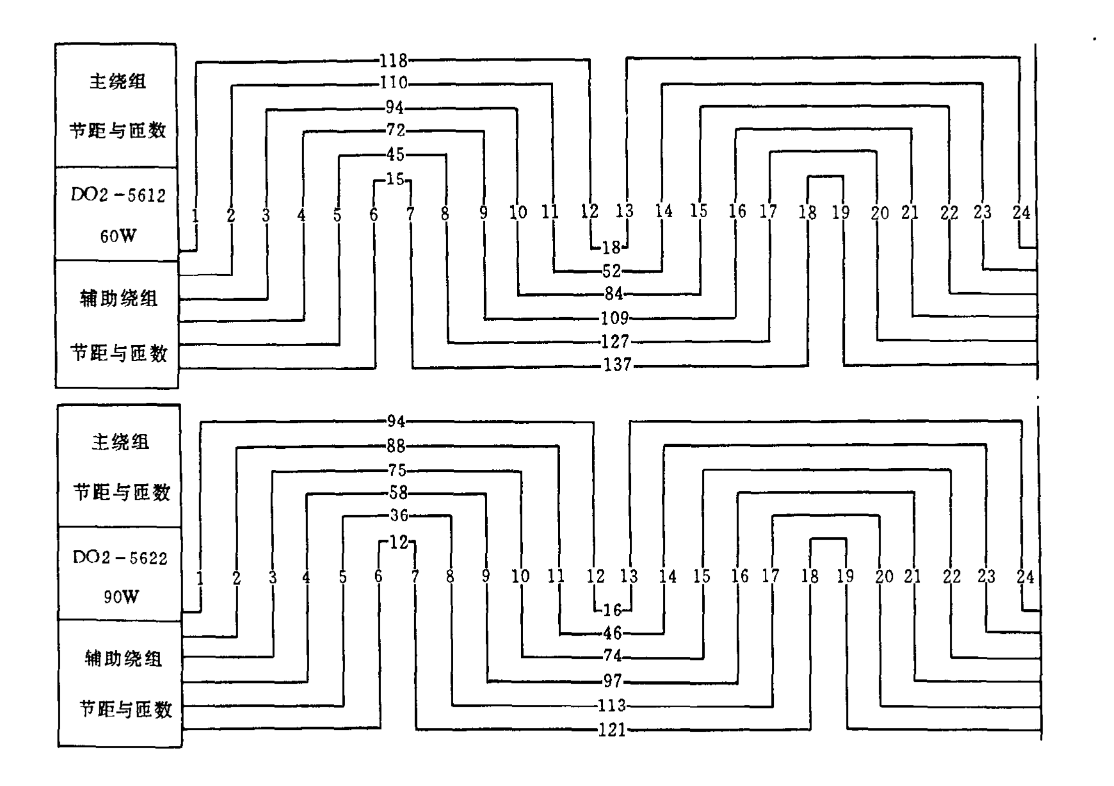

主绕组
节距与匝数
DO2-4514
4W
辅助绕组
节距与匝数
349
350
620
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
主绕组
节距与匝数
DO2-4524
8W
辅助绕组
节距与匝数
299
300
675
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12



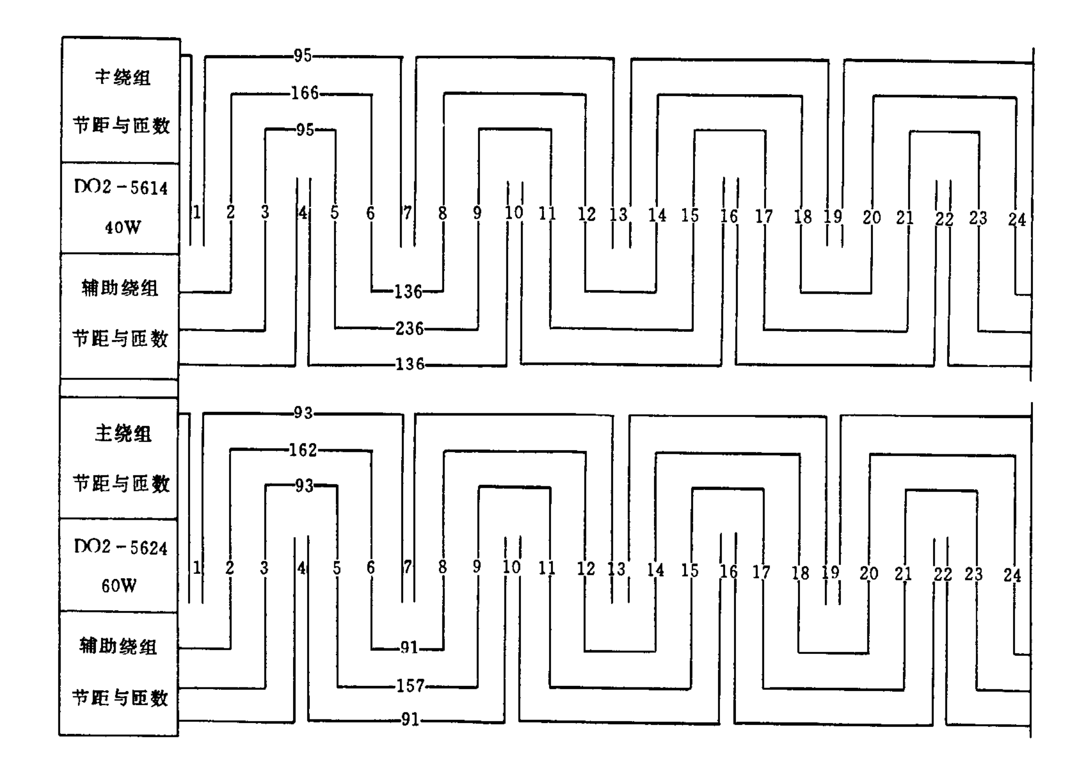
主绕组
节距与匝数
DO2－5012
25W
辅助绕组
节距与匝数
139
241
139
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
187
324
187
主绕组
节距与匝数
DO2－5022
40W
辅助绕组
节距与匝数
131
227
131
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
219
381
219



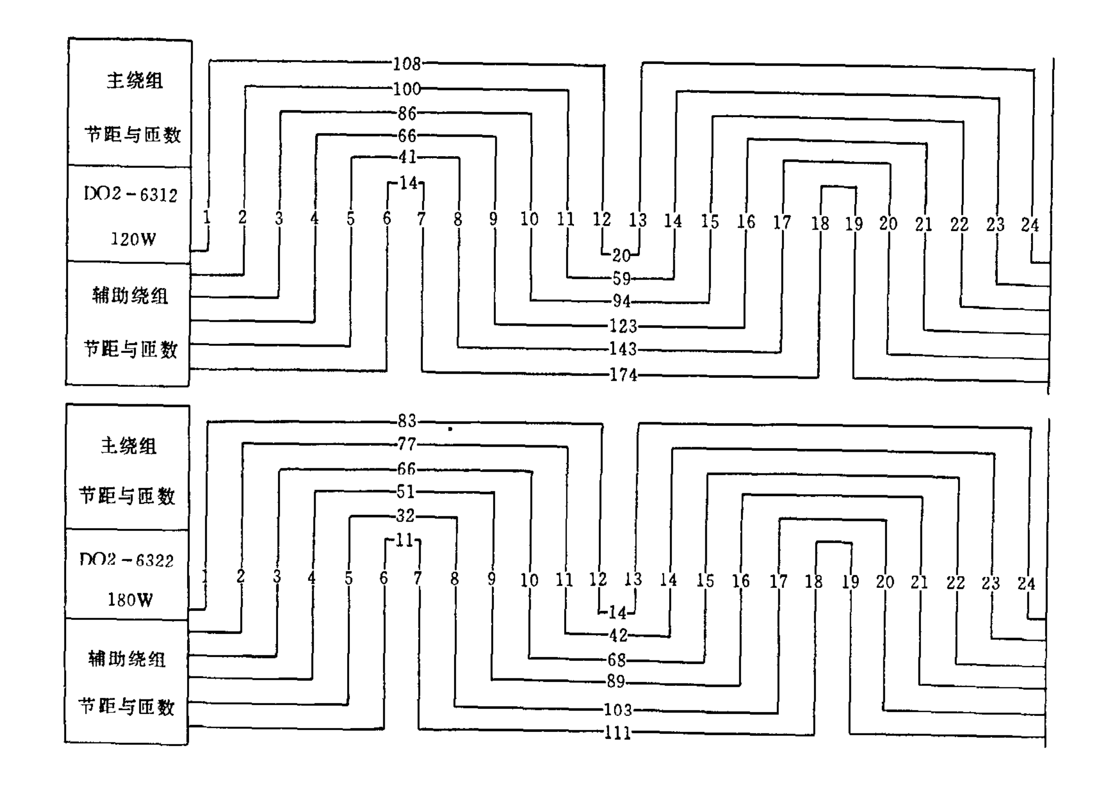
主绕组
节距与匝数
DO2-5014
16W
辅助绕组
节距与匝数
280
280
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
435
主绕组
节距与匝数
DO2-5024
25W
辅助绕组
节距与匝数
218
218
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
455

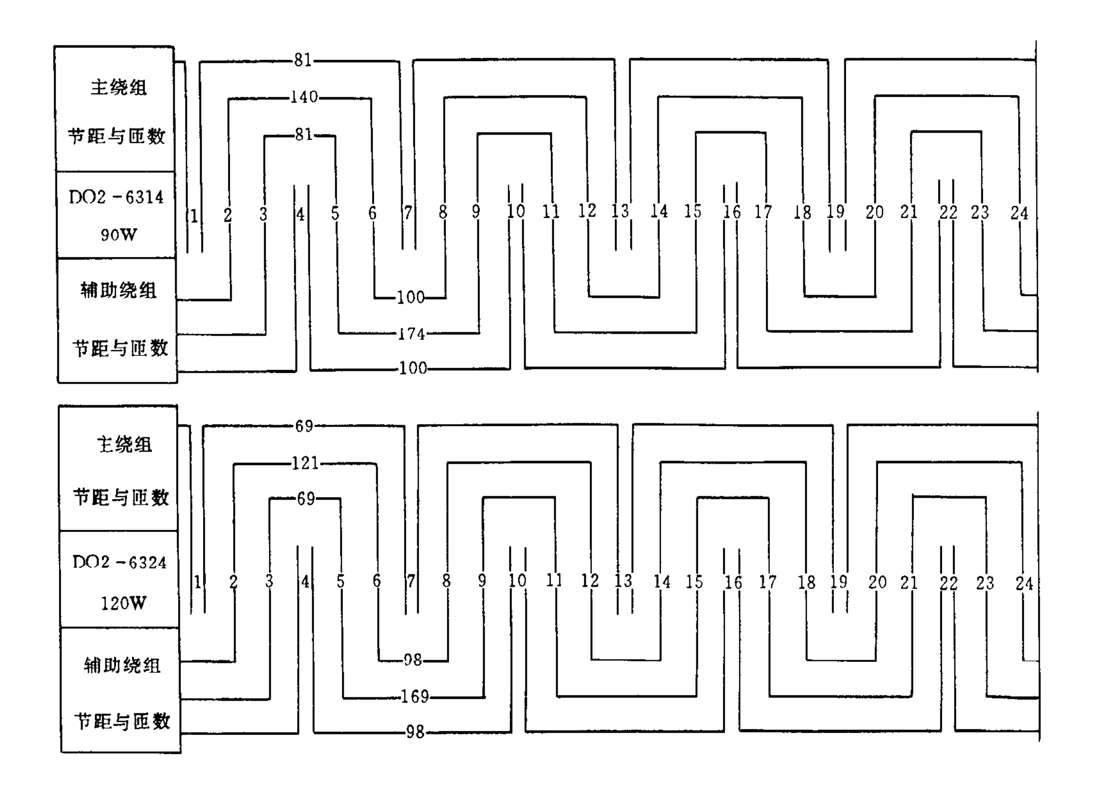


主绕组
节距与匝数
DO2-5612
60W
辅助绕组
节距与匝数
118
110
94
72
45
15
18
52
84
109
127
137
主绕组
节距与匝数
DO2-5622
90W
辅助绕组
节距与匝数
94
88
75
58
36
12
16
46
74
97
113
121

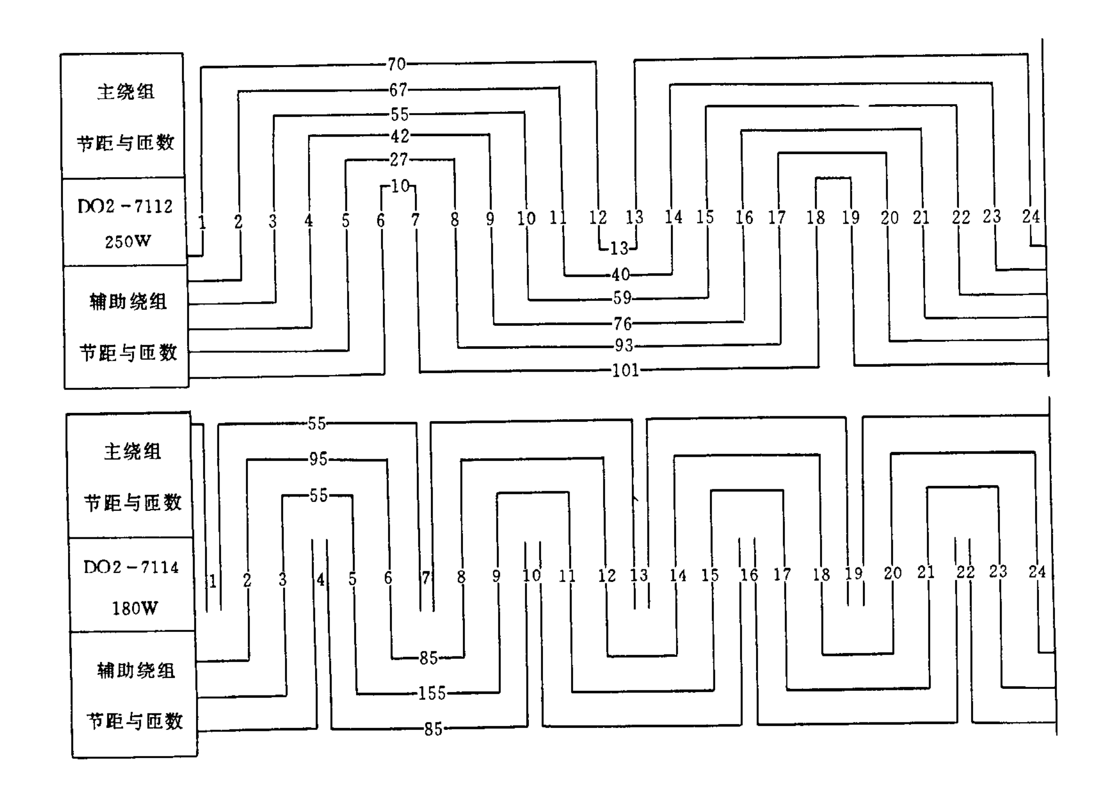


丰绕组 节距与匝数
DO2－5614 40W
辅助绕组 节距与匝数
95
166
95
136
236
136
主绕组 节距与匝数
DO2－5624 60W
辅助绕组 节距与匝数
93
162
93
91
157
91


主绕组
节距与匝数
DO2－6312
120W
辅助绕组
节距与匝数
108
100
86
66
41
14
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
20
59
94
123
143
174
主绕组
节距与匝数
DO2－6322
180W
辅助绕组
节距与匝数
83
77
66
51
32
11
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
14
42
68
89
103
111

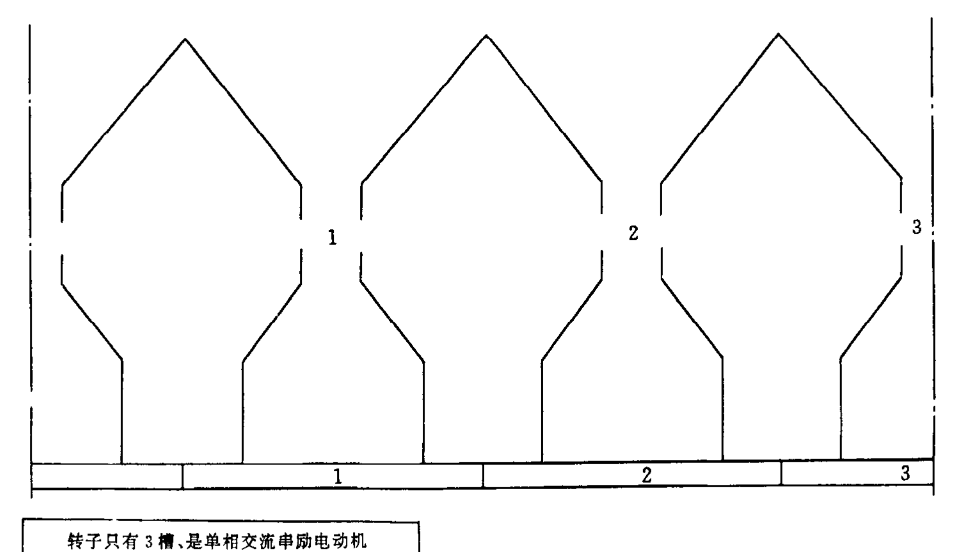


主绕组
节距与匝数
DO2－6314
90W
辅助绕组
节距与匝数
81
140
81
100
174
100
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
主绕组
节距与匝数
DO2－6324
120W
辅助绕组
节距与匝数
69
121
69
98
169
98
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24



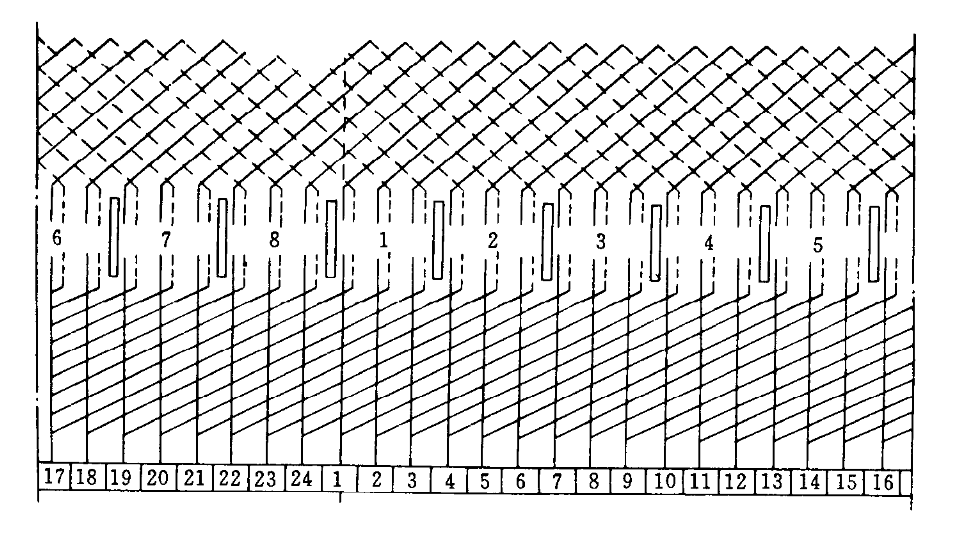
主绕组
节距与匝数
DO2－7112
250W
辅助绕组
节距与匝数
70
67
55
42
27
10
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
13
40
59
76
93
101
主绕组
节距与匝数
DO2－7114
180W
辅助绕组
节距与匝数
55
95
55
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
85
155
85

附录 A-8　单相交流换向器式电动机电枢绕组接线展开图



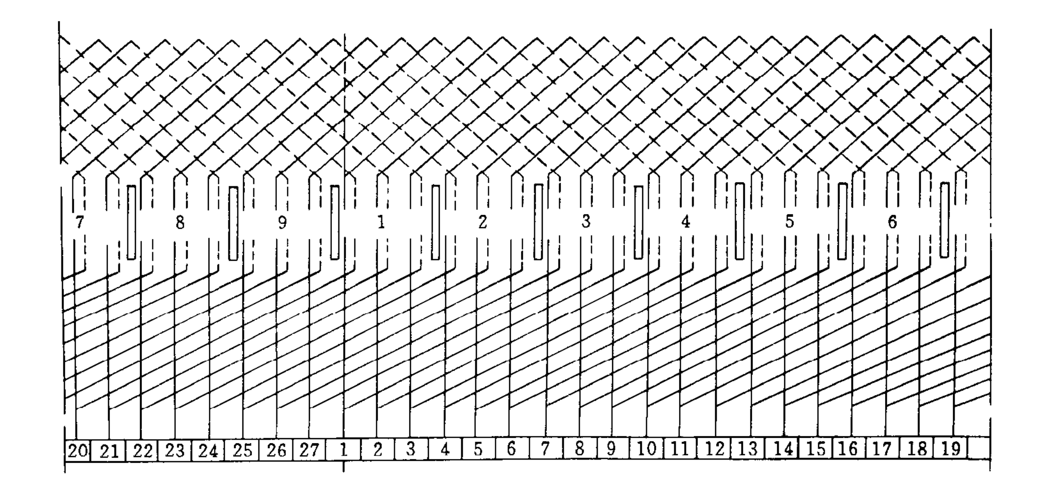
转子只有 3 槽、是单相交流串励电动机中最简单的结构形式	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=3$
换向片数：$K=3$	每槽元件数：$u=1$
换向器节距：$YK=1-2$	槽节距：$Y=1-2$

附图 A-28　2 极 3 槽电枢绕组接线展开图



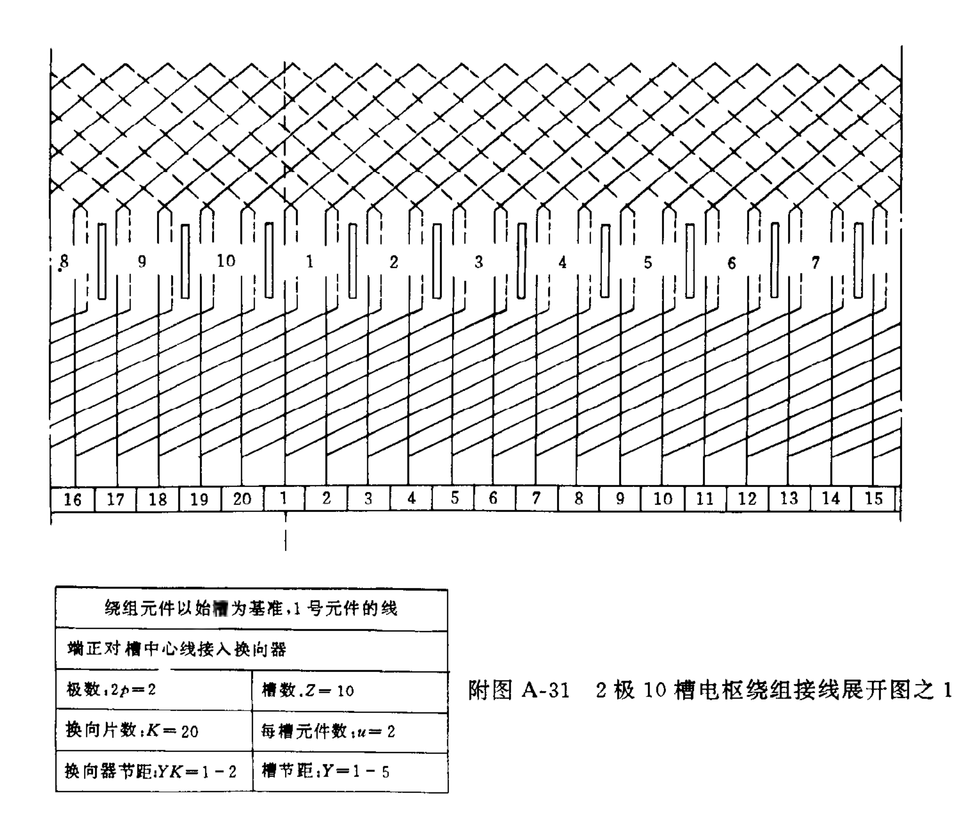
绕组元件以始槽为基准，1 号元件的线端正对槽中心线接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=8$
换向片数：$K=24$	每槽元件数：$u=3$
换向器节距：$YK=1-2$	槽节距：$Y=1-4$

附图 A-29　2 极 8 槽电枢绕组接线展开图



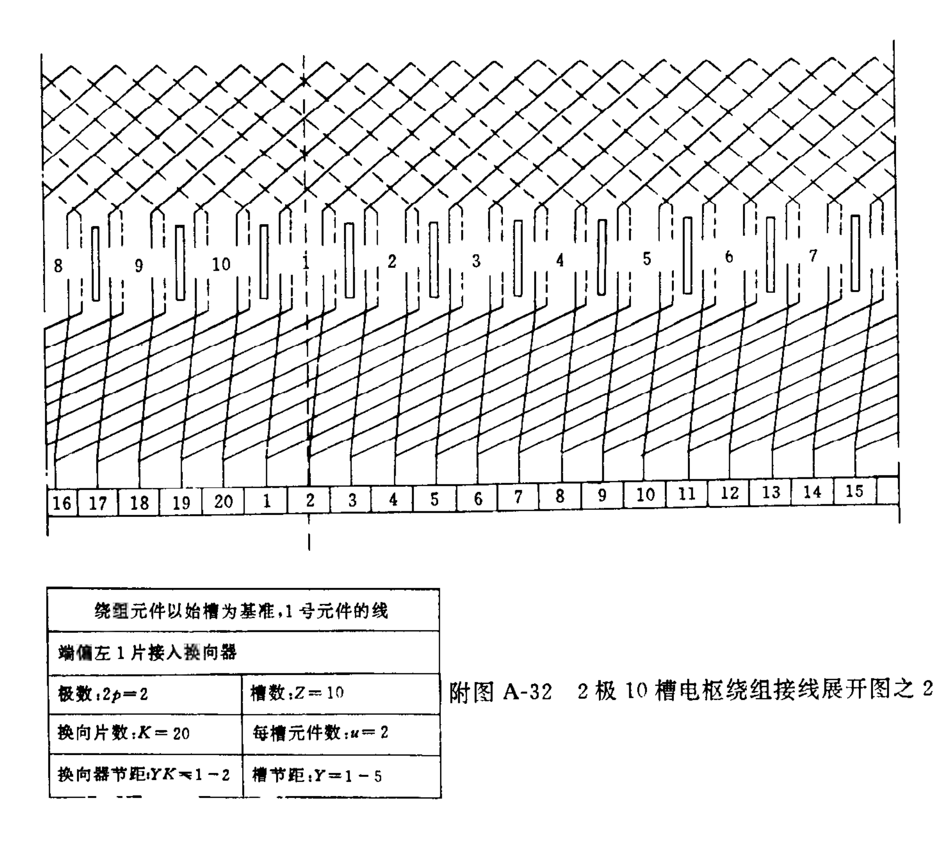
绕组元件以始槽为基准，1 号元件的线端正对槽中心线接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=9$
换向片数：$K=27$	每槽元件数：$u=3$
换向器节距 $YK=1-2$	槽节距：$Y=1\sim5$

附图 A-30　2 极 9 槽电枢绕组接线展开图



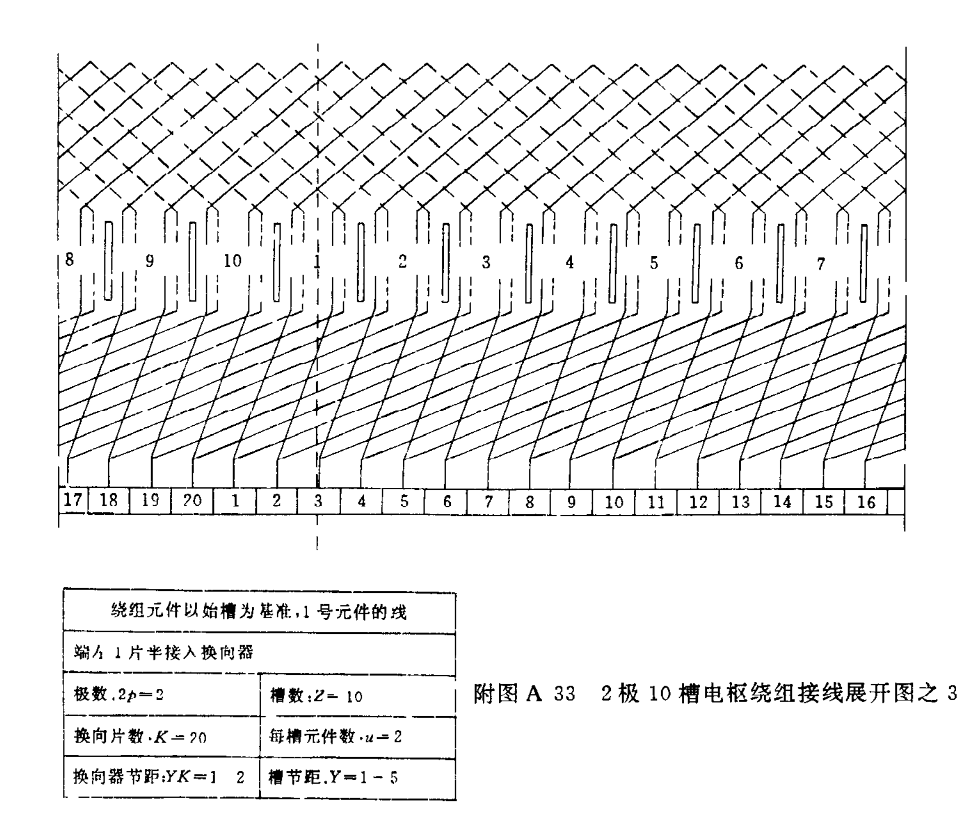
绕组元件以始槽为基准，1 号元件的线	
端正对槽中心线接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=10$
换向片数：$K=20$	每槽元件数：$u=2$
换向器节距：$YK=1-2$	槽节距：$Y=1-5$

附图 A-31　2 极 10 槽电枢绕组接线展开图之 1



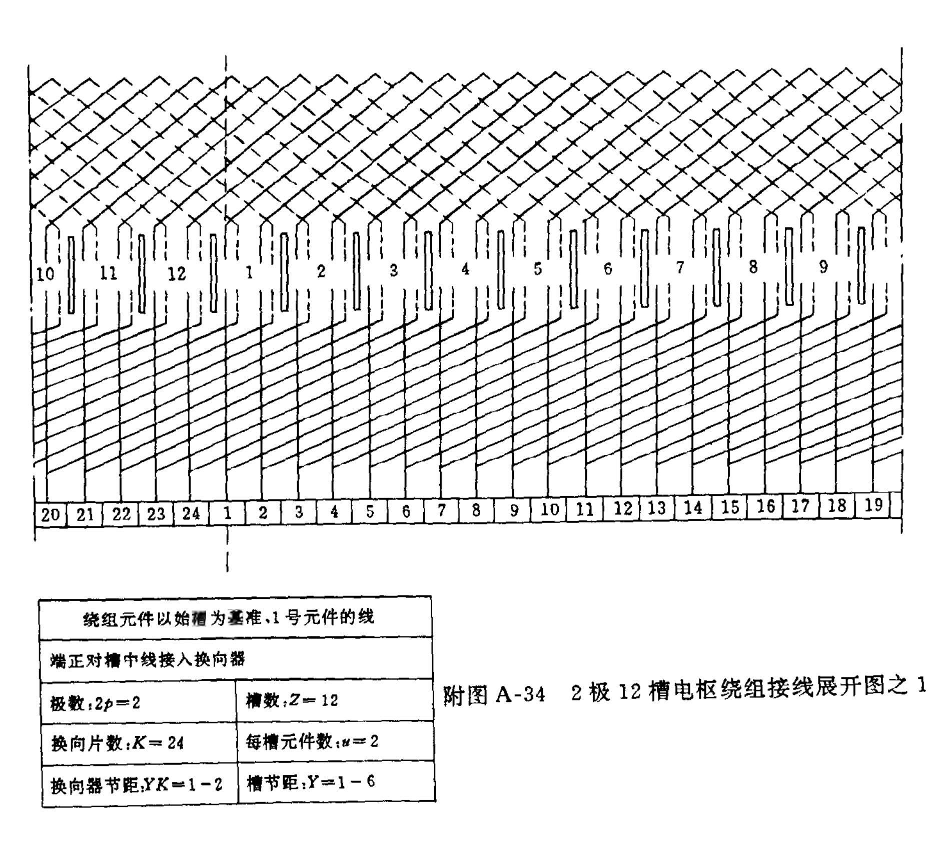
绕组元件以始槽为基准，1 号元件的线	
端偏左 1 片接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=10$
换向片数：$K=20$	每槽元件数：$u=2$
换向器节距：$YK=1-2$	槽节距：$Y=1-5$

附图 A-32　2 极 10 槽电枢绕组接线展开图之 2



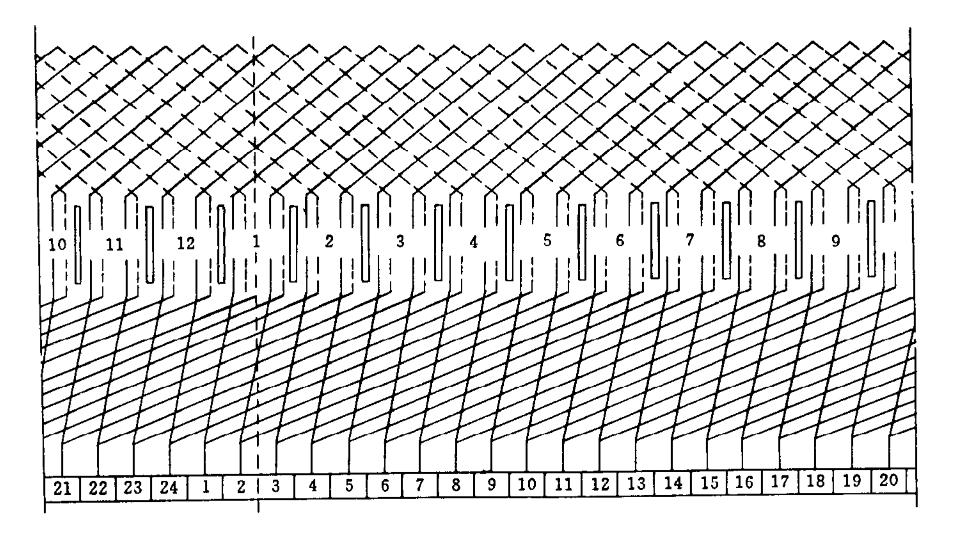
绕组元件以始槽为基准，1 号元件的线	
端头 1 片半接入换向器	
极数．$2p=2$	槽数：$Z=10$
换向片数．$K=20$	每槽元件数．$u=2$
换向器节距：$YK=1\ \ 2$	槽节距．$Y=1-5$

附图 A 33　2 极 10 槽电枢绕组接线展开图之 3



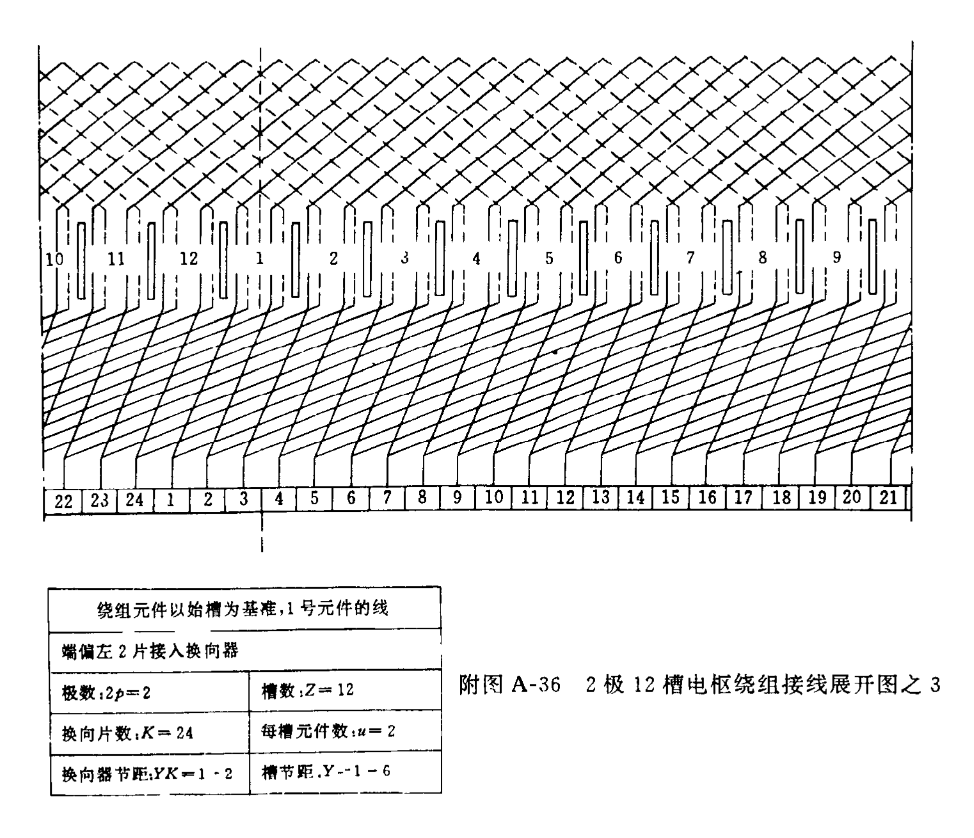
绕组元件以始槽为基准，1 号元件的线	
端正对槽中线接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=12$
换向片数：$K=24$	每槽元件数：$u=2$
换向器节距：$YK=1-2$	槽节距：$Y=1-6$

附图 A-34　2 极 12 槽电枢绕组接线展开图之 1



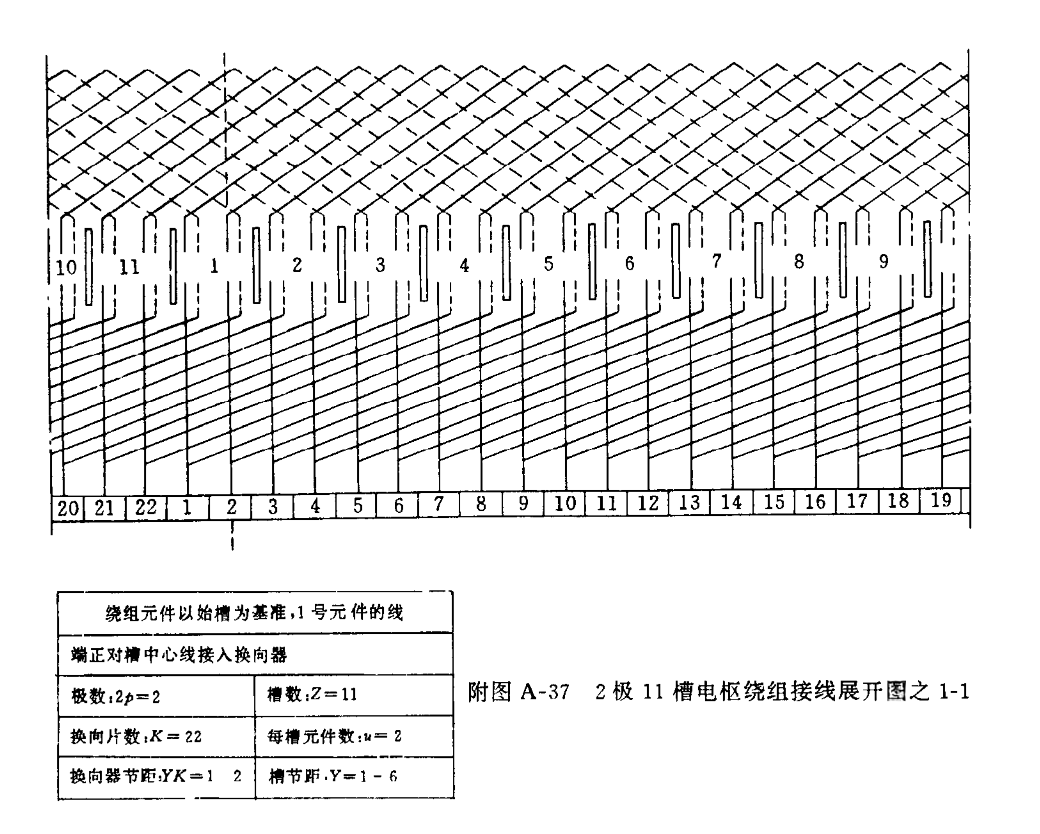
绕组元件以始槽为基准，1号元件的线	
端偏左1片接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=12$
换向片数：$K=24$	每槽元件数：$u=2$
换向器节距：$YK=1-2$	槽节距：$Y=1-6$

附图 A-35　2极12槽电枢绕组接线展开图之2



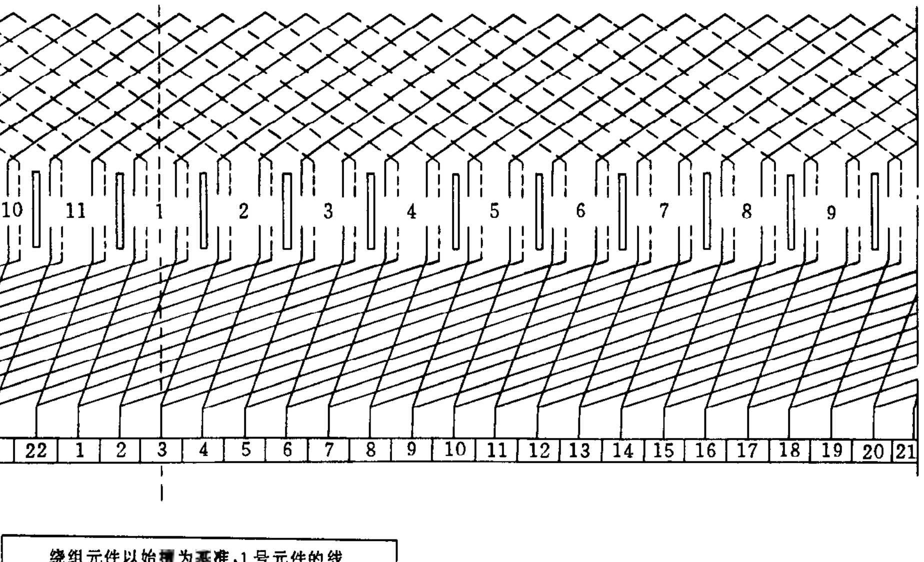
绕组元件以始槽为基准，1号元件的线端偏左2片接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=12$
换向片数：$K=24$	每槽元件数：$u=2$
换向器节距：$YK=1-2$	槽节距：Y--1－6

附图 A-36　2极12槽电枢绕组接线展开图之3



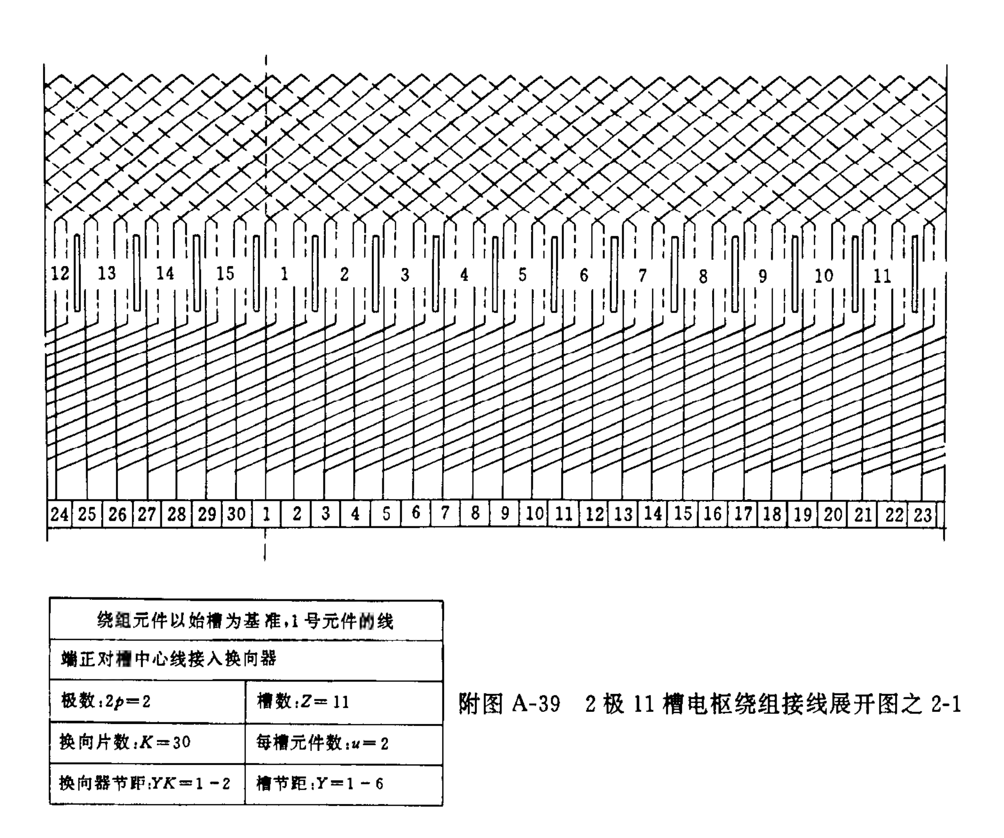
绕组元件以始槽为基准,1 号元件的线	
端正对槽中心线接入换向器	
极数:$2p=2$	槽数:$Z=11$
换向片数:$K=22$	每槽元件数:$u=2$
换向器节距:$YK=1\quad 2$	槽节距:$Y=1-6$

附图 A-37　2 极 11 槽电枢绕组接线展开图之 1-1



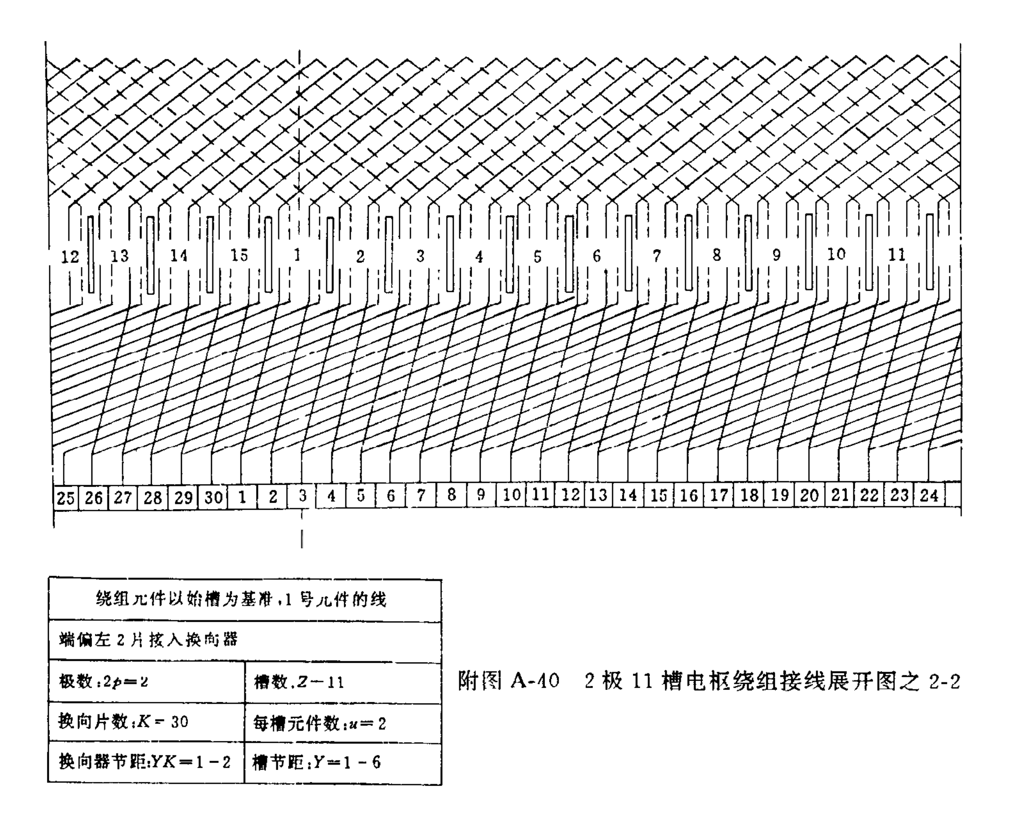
<table>
<tr><td colspan="2">绕组元件以始槽为基准，1 号元件的线</td></tr>
<tr><td colspan="2">端偏左 1 片半接入换向器</td></tr>
<tr><td>极数：$2p=2$</td><td>槽数：$Z=11$</td></tr>
<tr><td>换向片数：$K=22$</td><td>每槽元件数：$u=2$</td></tr>
<tr><td>换向器节距：$YK=1-2$</td><td>槽节距：$Y=1-6$</td></tr>
</table>

附图 A-38　2 极 11 槽电枢绕组接线展开图之 1-2



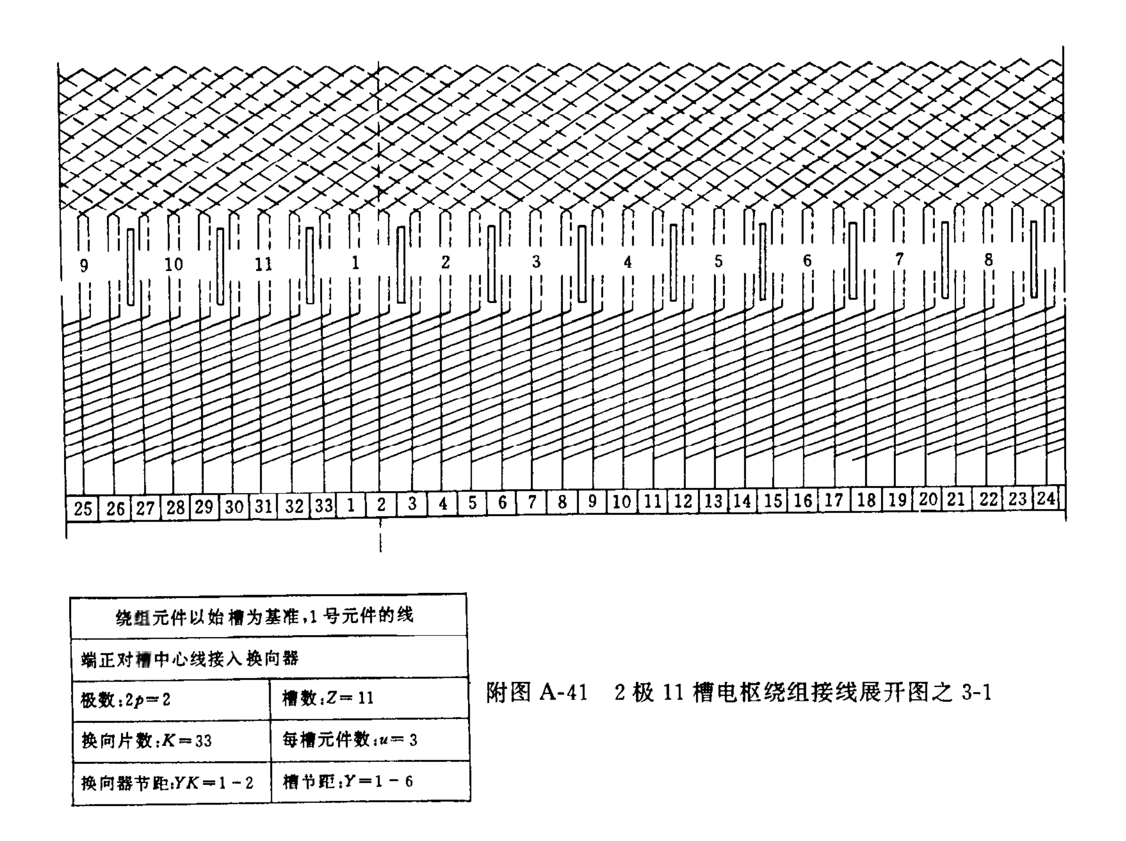
绕组元件以始槽为基准,1号元件的线端正对槽中心线接入换向器	
极数:$2p=2$	槽数:$Z=11$
换向片数:$K=30$	每槽元件数:$u=2$
换向器节距:$YK=1-2$	槽节距:$Y=1-6$

附图 A-39　2 极 11 槽电枢绕组接线展开图之 2-1



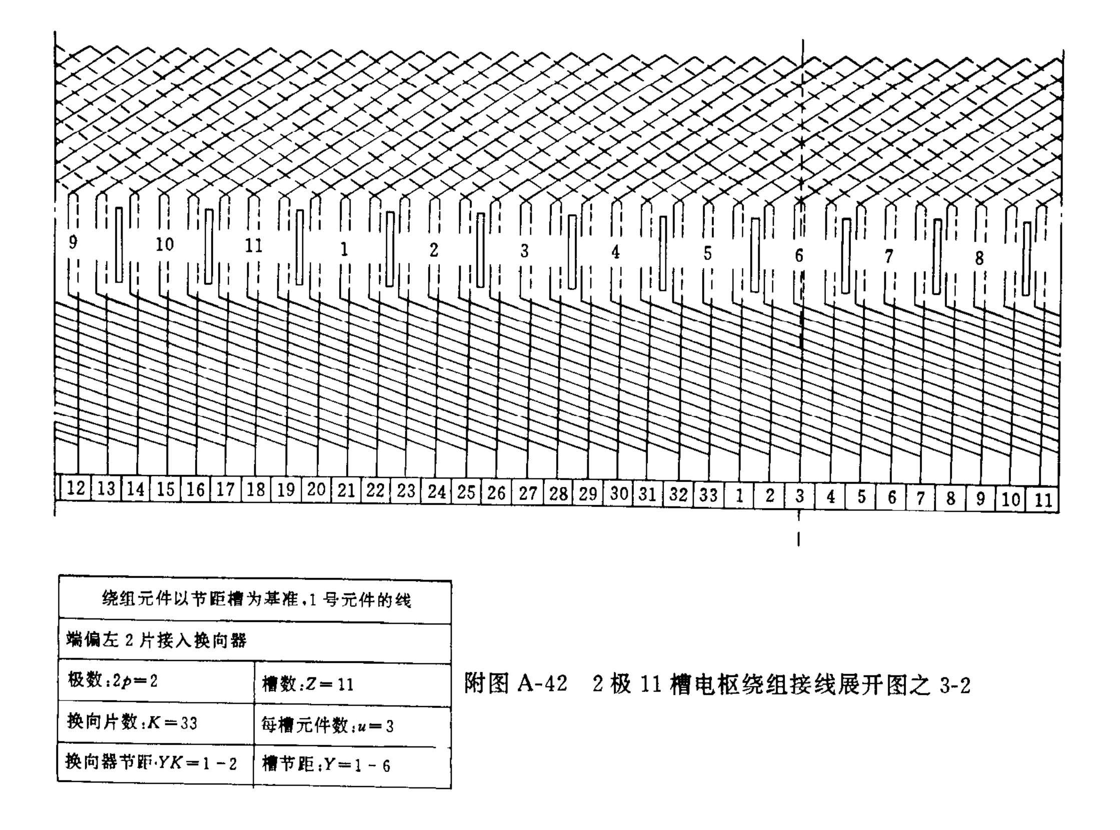
绕组元件以始槽为基准，1号元件的线端偏左2片接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=11$
换向片数：$K=30$	每槽元件数：$u=2$
换向器节距：$YK=1-2$	槽节距：$Y=1-6$

附图 A-40　2极11槽电枢绕组接线展开图之2-2



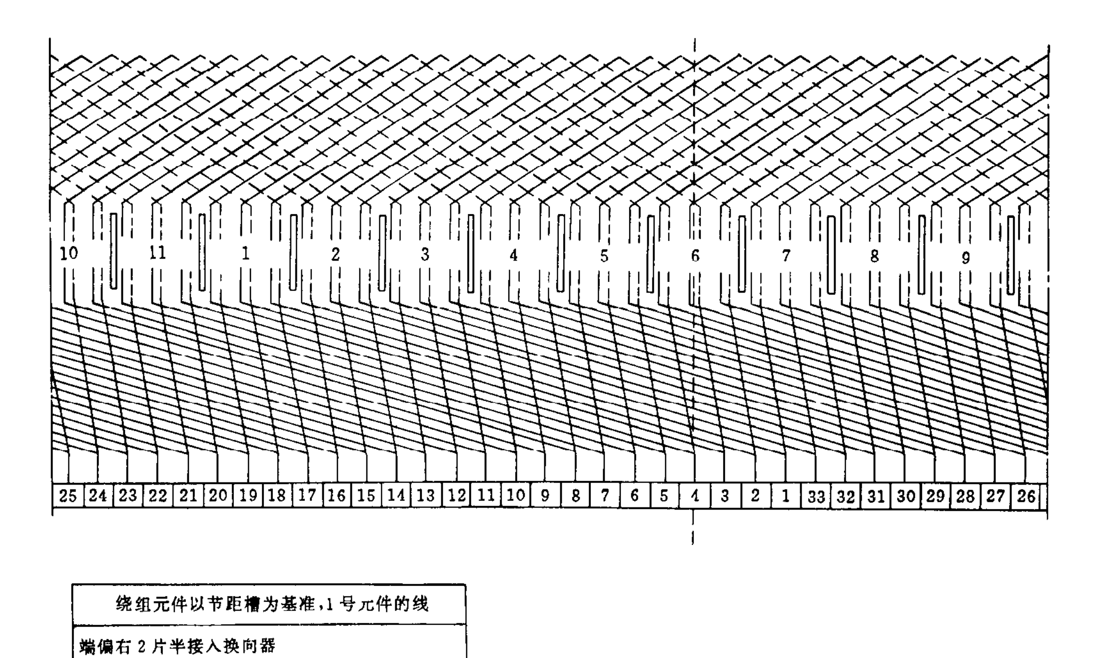
绕组元件以始槽为基准,1号元件的线	
端正对槽中心线接入换向器	
极数:$2p=2$	槽数:$Z=11$
换向片数:$K=33$	每槽元件数:$u=3$
换向器节距:$YK=1-2$	槽节距:$Y=1-6$

附图 A-41　2极11槽电枢绕组接线展开图之3-1



<table>
<tr><td colspan="2">绕组元件以节距槽为基准，1 号元件的线端偏左 2 片接入换向器</td></tr>
<tr><td>极数：$2p=2$</td><td>槽数：$Z=11$</td></tr>
<tr><td>换向片数：$K=33$</td><td>每槽元件数：$u=3$</td></tr>
<tr><td>换向器节距·$YK=1-2$</td><td>槽节距：$Y=1-6$</td></tr>
</table>

附图 A-42　2 极 11 槽电枢绕组接线展开图之 3-2

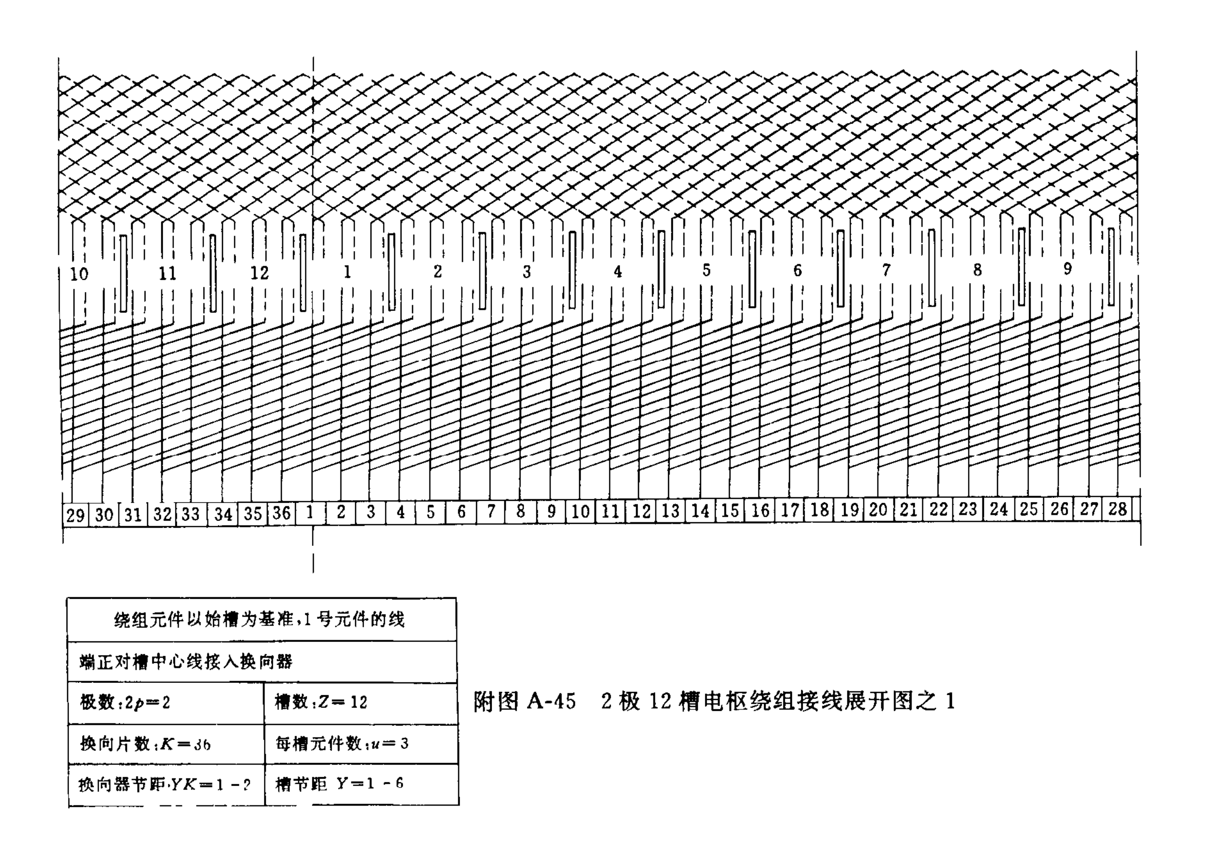


绕组元件以节距槽为基准，1 号元件的线 端偏右 2 片半接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=11$
换向片数：$K=33$	每槽元件数：$u=3$
换向器节距：$YK=1-2$	槽节距：$Y=1-6$

附图 A 43　2 极 11 槽电枢绕组接线展开图之 3-3

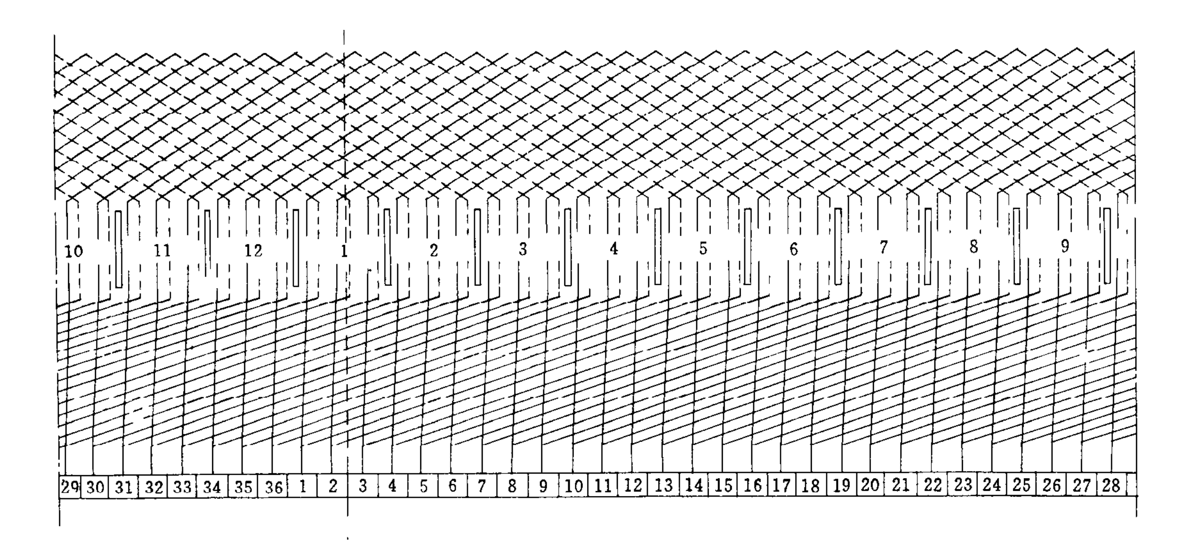
<table>
<tr><td colspan="2">绕组元件以节距槽为基准，1 号元件的线端偏右 3 片半接入换向器</td></tr>
<tr><td>极数：$2p=2$</td><td>槽数．$Z=11$</td></tr>
<tr><td>换向片数：$K=33$</td><td>每槽元件数：$u=3$</td></tr>
<tr><td>换向器节距：$YK=1-2$</td><td>槽节距：$Y=1-6$</td></tr>
</table>

附图 A 44　2 极 11 槽电枢绕组接线展开图之 3-4



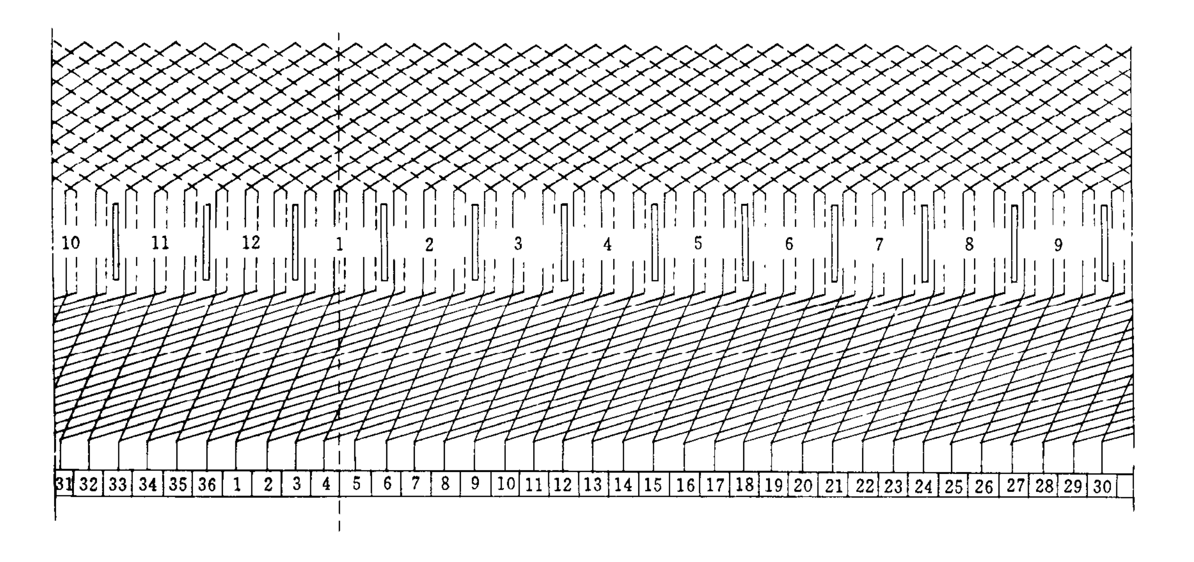
绕组元件以始槽为基准,1 号元件的线	
端正对槽中心线接入换向器	
极数:$2p=2$	槽数:$Z=12$
换向片数:$K=36$	每槽元件数:$u=3$
换向器节距:$YK=1-2$	槽节距 $Y=1-6$

附图 A-45　2 极 12 槽电枢绕组接线展开图之 1



<table>
<tr><td colspan="2">绕组元件以始槽为基准，1 号元件的线</td></tr>
<tr><td colspan="2">端偏左 1 片接入换向器</td></tr>
<tr><td>极数：$2p=2$</td><td>槽数·$Z=12$</td></tr>
<tr><td>换向片数：$K=36$</td><td>每槽元件数：$u=3$</td></tr>
<tr><td>换向器节距：$YK=1-2$</td><td>槽节距：$Y=1-6$</td></tr>
</table>

附图 A-46　2 极 12 槽电枢绕组接线展开图之 2

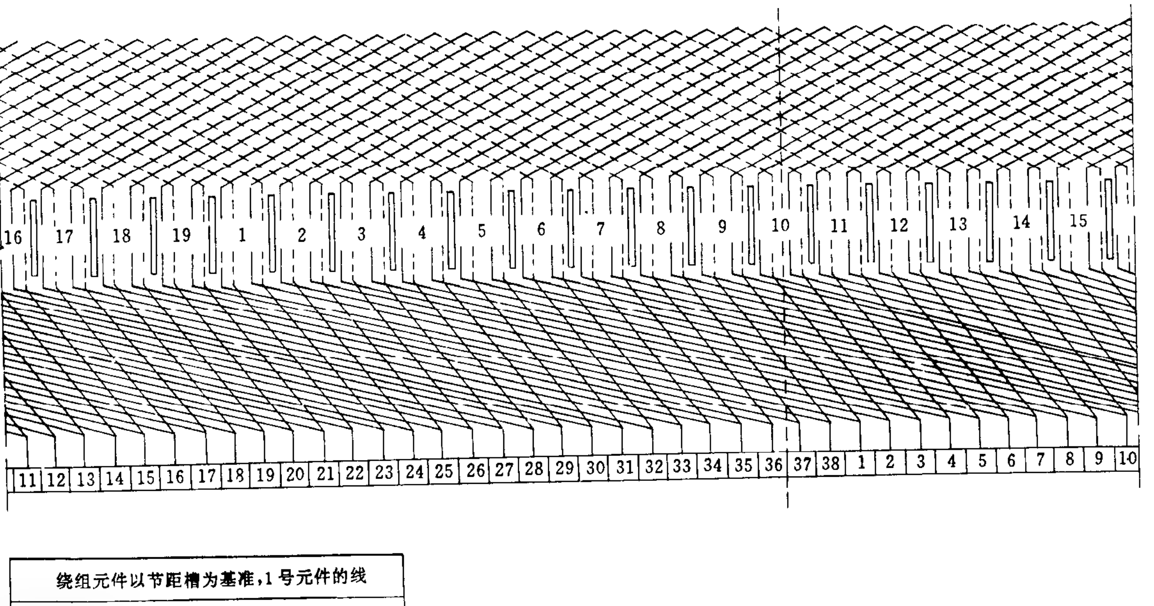


绕组元件以始槽为基准，1 号元件的线端偏左 3 片接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=12$
换向片数：$K=36$	每槽元件数：$u=3$
换向器节距 $YK=1-2$	槽节距：$Y=1-6$

附图 A-47　2 极 12 槽电枢绕组接线展开图之 3

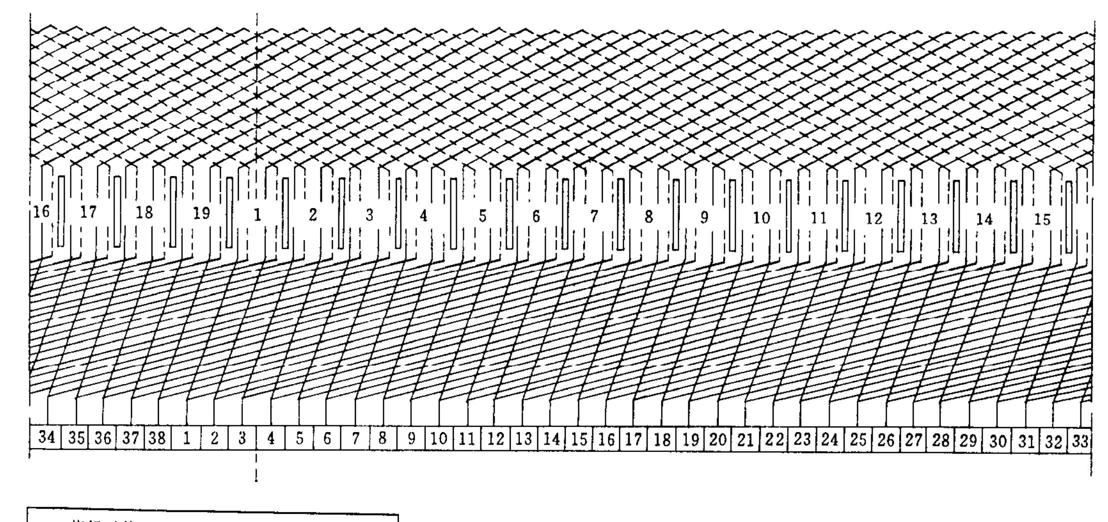
绕组元件以始槽为基准，1号元件的线	
端正对槽中心线接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=19$
换向片数：$K=38$	每槽元件数：$u=2$
换向器节距：$YK=1-2$	槽节距：$Y=1-6$

附图 A-48　2 极 19 槽电枢绕组接线展开图之 1



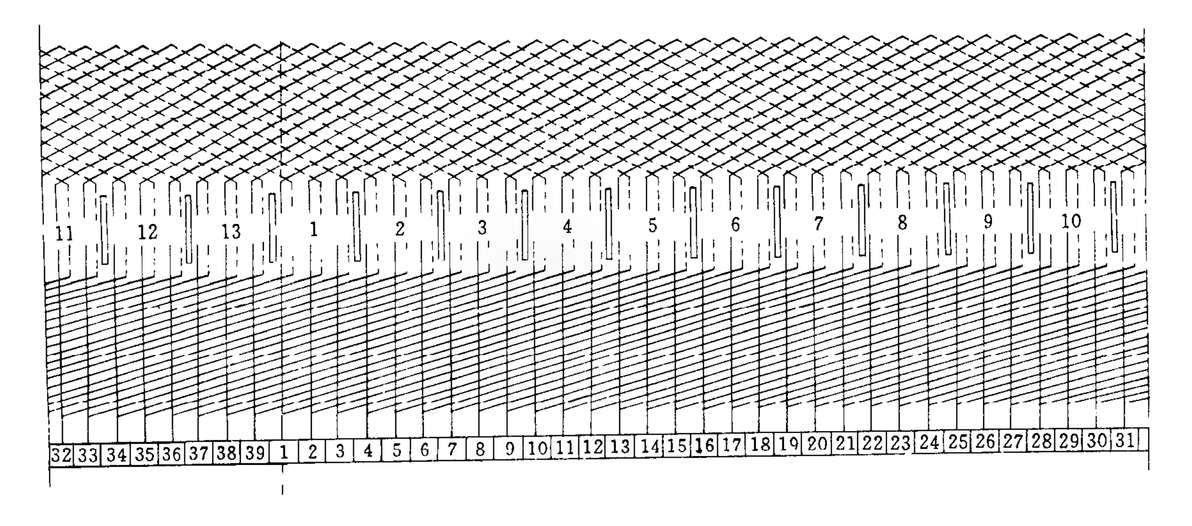
<table>
<tr><td colspan="2">绕组元件以节距槽为基准，1号元件的线端偏右1片半接入换向器</td></tr>
<tr><td>极数：$2p=2$</td><td>槽数：$Z=19$</td></tr>
<tr><td>换向片数：$K=38$</td><td>每槽元件数：$u=2$</td></tr>
<tr><td>换向器节距：$YK=1-2$</td><td>槽节距：$Y=1-6$</td></tr>
</table>

附图 A-49　2 极 19 槽电枢绕组接线展开图之 2



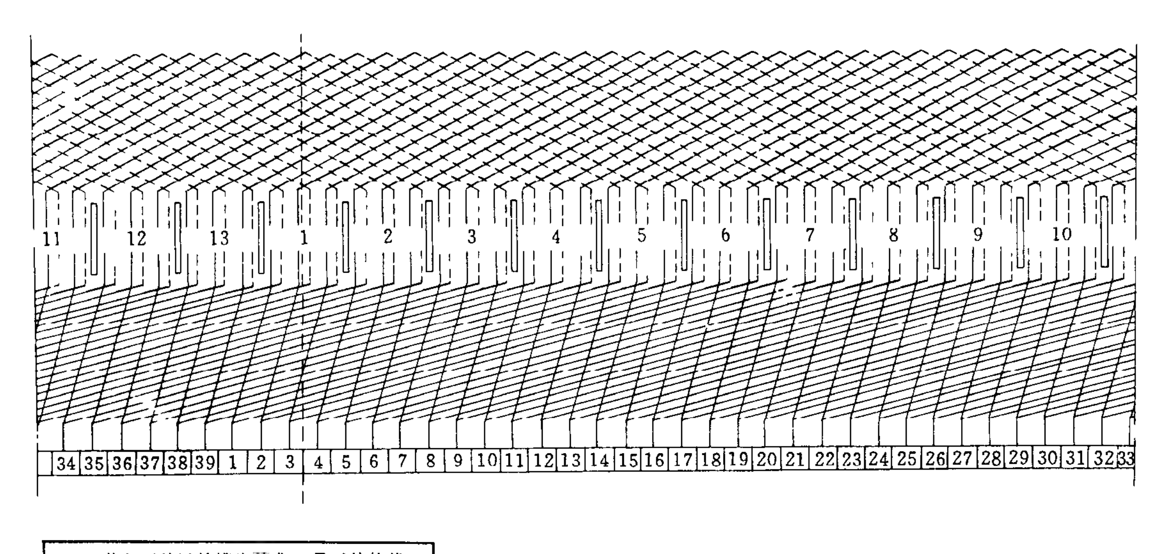
绕组元件以始槽为基准,1 号元件的线	
端偏左 1 片半接入换向器	
极数·$2p=2$	槽数:$Z=19$
换向片数·$K=38$	每槽元件数,$u-2$
换向器节距·$YK=1-2$	槽节距:$Y=1-6$

附图 A-50　2 极 19 槽电枢绕组接线展开图之 3



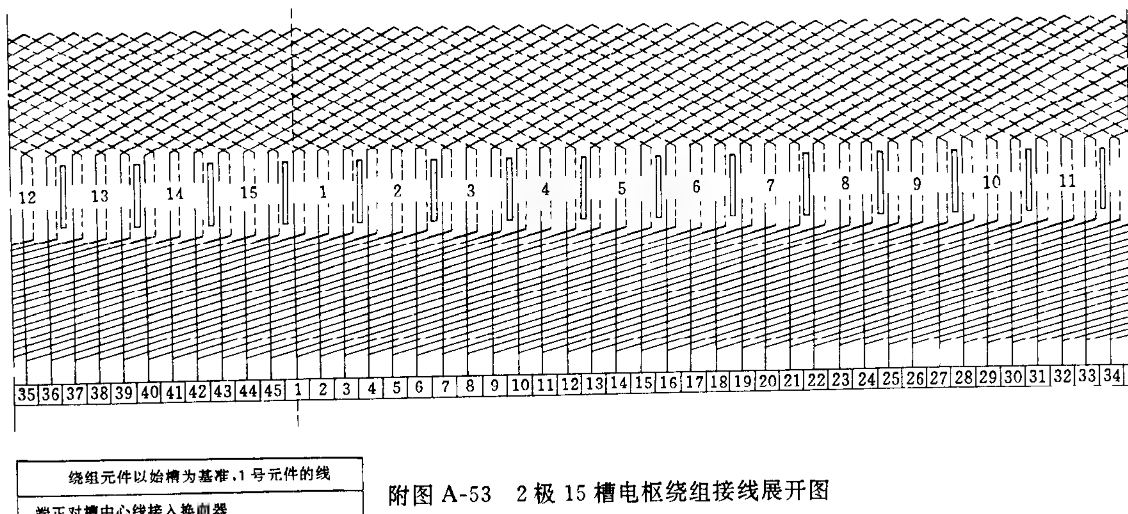
绕组元件以始槽为基准，1 号元件的线端正对槽中心线接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=13$
换向片数：$K=39$	每槽元件数：$u=3$
换向器节距：$YK=1-2$	槽节距：$Y=1-6$

附图 A-51　2 极 13 槽电枢绕组接线展开图之 1



绕组元件以始槽为基准，1号元件的线端偏左2片接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=13$
换向片数：$K=39$	每槽元件数：$u=3$
换向器节距：$YK=1-2$	槽节距：$Y=1-6$

附图 A-52　2极13槽电枢绕组接线展开图之2

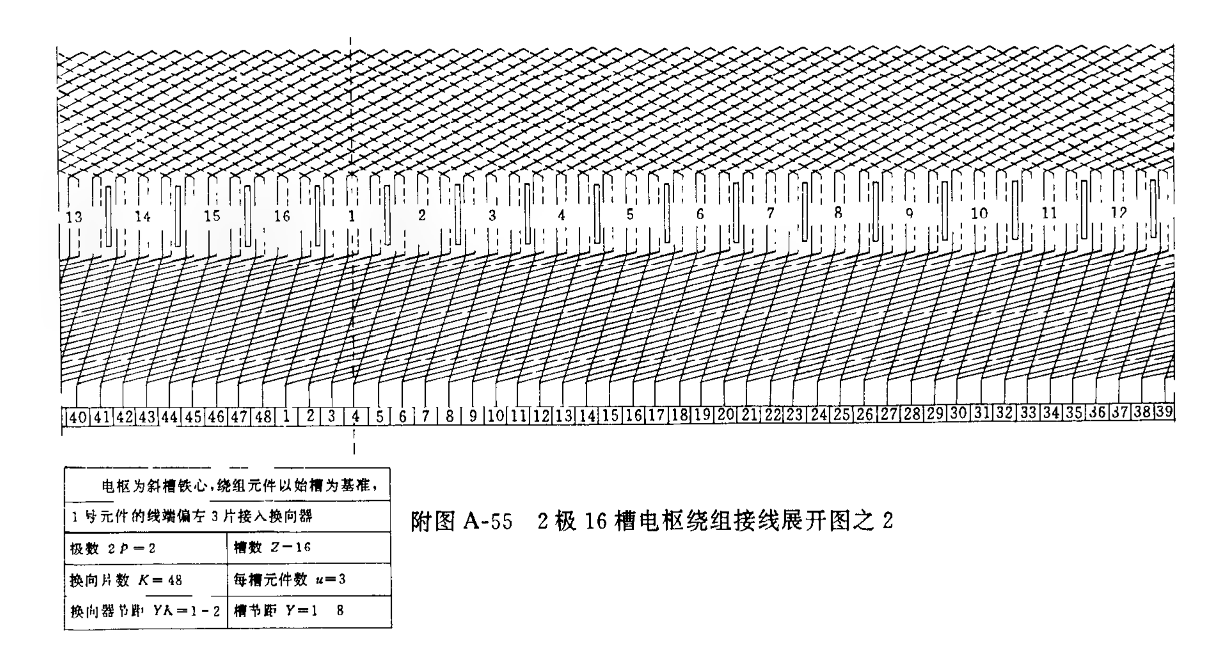


绕组元件以始槽为基准，1号元件的线端正对槽中心线接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=15$
换向片数：$K=45$	每槽元件数：$u=3$
换向器节距 $YK=1-2$	槽节距：$Y=1-7$

附图 A-53　2 极 15 槽电枢绕组接线展开图

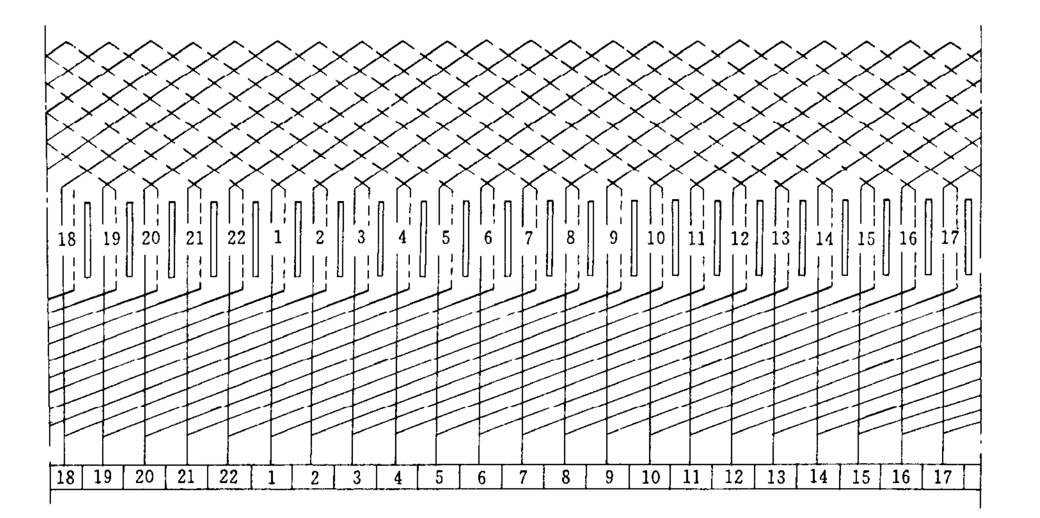
电枢为斜槽铁心，绕组元件以始槽为基准，	
1 号元件的线端偏左 1 片接入换向器	
极数 $2p=2$	槽数 $Z=16$
换向片数 $K=48$	每槽元件数 $u=3$
换向器节距 $YK-1-2$	槽节距 $Y=1-8$

附图 A 54　2 极 16 槽电枢绕组接线展开图之 1



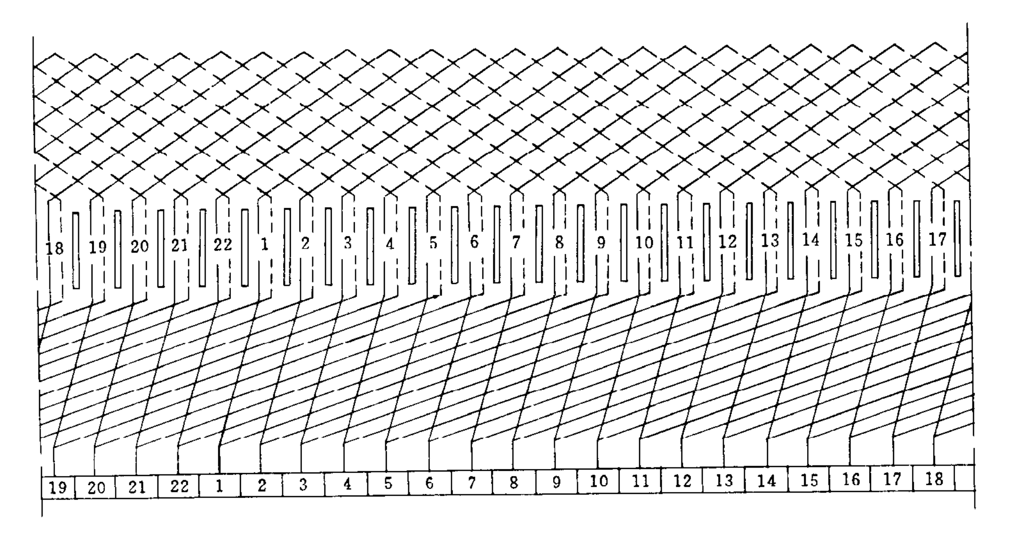
电枢为斜槽铁心，绕组元件以始槽为基准，1号元件的线端偏左3片接入换向器	
极数 $2p=2$	槽数 $Z=16$
换向片数 $K=48$	每槽元件数 $u=3$
换向器节距 $Y_K=1-2$	槽节距 $Y=1\quad 8$

附图 A-55　2 极 16 槽电枢绕组接线展开图之 2



绕组元件以始槽为基准，1号元件的线	
端正对准槽中心线接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=22$
换向片数：$K=22$	每槽元件数：$u=1$
换向器节距：$YK=1-2$	槽节距：$Y=1-11$

附图 A-56　2极22槽电枢绕组接线展开图之1



绕组元件以始槽为基准，1号元件的线	
端偏左1片接入换向器	
极数：$2p=2$	槽数：$Z=22$
换向片数：$K=22$	每槽元件数：$u=1$
换向器节距：$YK=1-2$	槽节距：$Y=1-11$

附图 A-57　2极22槽电枢绕组接线展开图之2

附录B 各系列单相异步电动机技术数据

附录B-1 JX老系列单相电容运转异步电动机技术数据

型号	功率(W)	电压(V)	满载时		极数	额定转速(r/min)	定子铁心(mm)			定转子槽数 z_1/z_2	气隙(mm)	主绕组			辅助绕组			电容器容量(μF)	电容器电压(V)
			主绕组电流(A)	辅助绕组电流(A)			外径	内径	长度			线规(mm)	总串联匝数	线重(kg)	线规(mm)	总串联匝数	线重(kg)		
JX-07A-2	90	220	0.7	—	2	2850	94	48	45	18/	0.28	0.31	2400	—	0.31	2400	—	10	—
JX-07B-2	60	220	0.45	—	2	2850	94	48	36	18/	0.28	0.27	2912	—	0.27	2912	—	6	—
JX-07A-4	60	220	0.48	—	4	1400	94	48	45	18/	0.23	0.29	7520	—	0.29	7520	—	8	—
JX-07B-4	40	220	0.38	—	4	1400	94	48	36	18/	0.23	0.29	9344	—	0.29	9344	—	6	—
JX-06A-2	40	220	0.226	0.198	2	2820	84	42	45	16/10	0.25	0.27	2320	0.15	0.27	2320	0.15	2	240
JX-06B-2	25	220	0.162	0.149	2	2820	84	42	35	16/10	0.25	0.23	2980	0.128	0.23	2980	0.128	1.5	245
JX-06A-4	25	220	0.447	0.252	4	1350	84	42	45	16/10	0.25	0.23	3300	0.117	0.23	3300	0.117	2.5	265
JX-06B-4	15	220	0.225	0.1573	4	1350	84	42	35	16/10	0.25	0.20	4800	0.109	0.20	4800	0.109	1.5	275
JX-05A-2	15	220	0.197	0.159	2	2750	71	36	42	16/10	0.25	0.20	2824	0.0985	0.20	2824	0.0985	1	234
JX 05B 2	8	220	0.1052	0.0731	2	2750	71	36	30	16/10	0.25	0.15	4280	0.0676	0.15	4280	0.0676	0.75	237
JX-05A-4	8	220	0.207	0.115	4	1300	71	36	42	16/10	0.25	0.18	4560	0.096	0.18	5250	0.11	1	262
JX-05B-4	4	220	0.1492	0.1117	4	1300	71	36	30	16/10	0.25	0.16	6400	0.0806	0.16	6400	0.0908	1	262

附录 B-2 JY 老系列单相电容起动异步电动机技术数据

型号	功率(W)	电压(V)	满载电流(A)	空载电流(A)	极数	额定转速(r/min)	定子铁心 (mm)			定转子槽数 z_1/z_2	气隙(mm)	主绕组			辅助绕组			电容器容量(μF)	电容器容量(V)
							外径	内径	长度			线规(mm)	总串联匝数	线重(kg)	线规(mm)	总串联匝数	线重(kg)		
JY-2A-4	800	110/220	6.85 6.70	4.65 4.35	4	1440	160	95	88	36/42	0.315 0.325	1.25	768	1.48	0.90	480	0.492	400	122
JY-2B-4	600	110/220	4.87 4.88	3.72 3.84	4	1440	160	95	78	36/42	0.3	1.08	928	1.27	0.83	576	0.51	400	100
JY-1A-2	600	110/220	—	—	2	2900	145	75	65	—	—	1.0	—	—	0.62	—	—	—	—
JY-1B-2	400	110/220	3.32 3.42	2.02 2.38	2	2900	145	75	48	24/30	0.35	0.93	928	1.04	0.90	744	0.72	200	115
JY-1A-4	400	110/220	3.64 3.69	2.35 2.60	4	1440	145	85	65	36/42	0.265 0.3	0.93	1200	1.04	0.64	820	0.348	200	110
JY-1B-4	250	110/220	2.90 2.80	2.45 2.40	4	1440	145	85	48	36/42	0.3	0.80	1472	0.825	0.80	744	0.355	200	114
JY-09A-2	250	110/220	2.40	1.65 1.70	2	2900	120	60	56	24/18	0.29 0.3	0.69	992	0.56	0.69	744	0.392	150	110
JY-09B-2	180	110/220	1.80 1.82	1.30 1.36	2	2900	120	60	43	24/18	0.3	0.68	1208	0.625	0.64	716	0.308	150	107
JY-09A-4	180	110/220	2.25 2.50	2.00 2.20	4	1440	120	71	62	24/22	0.25	0.64	1392	0.52	0.59	816	0.246	150	105

附录 B-3　JZ 老系列单相电阻起动异步电动机技术数据

型号	功率 (W)	电压 (V)	满载电流 (A)	空载电流 (A)	极数	额定转速 (r/min)	定子铁心 (mm)			定转子槽数 z_1/z_2	气隙 (mm)	主绕组			辅助绕组			起动电流 (A)	起动转矩/额定转矩
							外径	内径	长度			线规 (mm)	总串联匝数	线重 (kg)	线规 (mm)	总串联匝数	线重 (kg)		
JZ-1B-2	400	220	1.39	3.02	2	2900	145	75	48	24/30	0.35	0.90	1072	1.12	0.44	532	0.124	28	1.25
JZ 1A-4	400	220	2.25	3.45	4	1440	145	85	65	36/42	0.30	0.93	1208	1.06	0.44	592	0.12	28	1.25
JZ-1B-4	250	220	2.0	2.65	4	1440	145	85	48	36/42	0.30	0.80	1520	0.85	0.35	896	0.10	28	1.25
JZ-09A-2	250	220	1.4	2.27	2	2900	120	60	56	24/18	0.30	0.69	1100	0.62	0.38	638	0.11	19	1.25
JZ-09B-2	180	220	1.3	1.81	2	2900	120	60	48	24/18	0.30	0.68	1208	0.628	0.31	792	0.08	14	1.4
JZ-09A-4	180	220	1.52	2.07	4	1440	120	71	62	24/22	0.25	0.64	1488	0.556	0.33	976	0.0922	14	1.4
JZ-09B-4	120	220	1.25	1.55	4	1440	120	71	48	24/22	0.25	0.55	1900	0.462	0.31	920	0.0675	12	1.5
JZ-08Λ 2	120	220	0.785	1 20	2	2820	102	58	60	24/18	0.25	0.55	1360	0.444	0.33	700	0.087	12	1.6
JZ-08B-2	90	220	0.555	0.93	2	2820	102	58	46	24/18	0.25	0.51	1765	0.45	0.31	724	0.086	9	1.6
JZ-08A-4	90	220	1.05	1.3	4	1400	102	58	60	24/22	0.25	0.51	2000	0.428	0.27	1072	0.0617	9	1.6
JZ-08B-4	60	220	0.76	0.92	4	1400	102	58	46	24/22	0.25	0.44	2688	0.376	0.27	1192	0.0595	7	1.6

附录 B-4　JX 新系列单相电容运转异步电动机技术数据

型　号	功率 (W)	额定电压 (V)	额定电流 (A)	极数	定子铁心 外径 (mm)	定子铁心 内径 (mm)	定子铁心 长度 (mm)	定转子槽数 z_1/z_2	气隙 (mm)	主绕组线规 (mm)	辅助绕组线规 (mm)	电容器容量 (μF)	电容器耐压 (V)
JX-5622	120	220	1.2	2	90	48	48	24/18	0.25	0.44	0.27	4	630
JX-5612	90	220	1.0	2	90	48	40	24/18	0.25	0.38	0.25	4	630
JX-5624	90	220	1.0	4	90	52	48	24/22	0.2	0.31	0.29	4	630
JX-5614	60	220	0.8	4	90	52	40	24/22	0.2	0.29	0.27	4	630
JX-5022	60	220	0 6	2	80	42	50	12/15	0.2	0.33	0.21	2	630
JX-5012	40	220	0.5	2	80	42	50	12/15	0.2	0.33	0.21	2	630
JX-5624	40	220	0.6	4	80	42	50	12/15	0.2	0.33	0.21	2	630
JX-5014	25	220	0.5	4	80	42	50	12/15	0.2	0.31	0.21	2	630
JX-4522	25	220	0.4	2	71	38	45	12/15	0.2	0.25	0.2	1	630
JX-4512	15	220	0.25	2	71	38	45	12/15	0 2	0.23	0.19	1	630
JX-4524	15	220	0.35	4	71	38	45	12/15	0.2	0.21	0.17	1	630
JX-4514	8	220	0.25	4	71	38	45	12/15	0.2	0.2	0.16	1	630

附录 B-5　JY 新系列单相电容起动异步电动机技术数据

型　号	功率 (W)	额定电压 (V)	额定电流 (A)	极数	定子铁心 外径 (mm)	定子铁心 内径 (mm)	定子铁心 长度 (mm)	定转子槽数 z_1/z_2	气隙 (mm)	主绕组线规 (mm)	辅助绕组线规 (mm)	电容器容量 (μF)	电容器耐压 (V)
JY-7132	550	220	5	2	120	62	80	24/18	0.25	0.86	0.53	100	220
JY-7112	250	220	2.5	2	120	62	48	24/18	0.25	0.62	0.47	100	220
JY-7124	250	220	3.5	4	120	71	62	24/22	0.2	0.72	0.47	100	220
JY-7114	180	220	2.5	4	120	71	48	24/22	0.2	0.64	0.41	100	220
JY-7134	370	220	5	4	120	71	80	24/22	0.2	0.83	0.49	100	220

附录 B-6　JZ 新系列单相电阻起动异步电动机技术数据

型　号	功率 (W)	额定电压 (V)	额定电流 (A)	极数	定子铁心 (mm)			转子外径 (mm)	定转子槽数 z_1/z_2	气隙 (mm)	主绕组线规 (mm)	辅助绕组线规 (mm)
					外径	内径	长度					
JZ 7122	370	220	4	2	120	62	62	61.5	24/18	0.25	0.72	0.44
JZ-7112	250	220	3	2	120	62	48	61.5	24/18	0.25	0.62	0.38
JZ-7134	370	220	4.5	4	120	71	80	70.6	24/22	0.2	0.83	0.44
JZ-7124	250	220	3.5	4	120	71	62	70.6	24/22	0.2	0.72	0.41
JZ-7114	180	220	2.5	4	120	71	48	70.6	24/22	0.2	0.64	0.38
JZ-6322	180	220	2	2	102	52	56	51.5	24/18	0.25	0.59	0.38
JZ-6312	120	220	2	2	102	52	48	51.5	24/18	0.25	0.53	0.35
JZ-6324	120	220	2	4	102	58	56	57.6	24/22	0.2	0.57	0.33
JZ-6314	90	220	2	4	102	58	48	57.6	24/22	0.2	0.53	0.31
JZ 5622	90	220	1.2	2	90	48	48	47.5	24/18	0.25	0.47	0.35
JZ-5612	60	220	1	2	90	48	40	47.5	24/18	0.25	0.41	0.31
JZ-5624	60	220	1.5	4	90	52	48	51.6	24/22	0.2	0.41	0.29
J7-5614	40	220	1	4	90	52	40	51.6	24/22	0.2	0.38	0.27

附录 B-7　BO 系列单相电阻起动异步电动机技术数据

型　号	功率(W)	额定电压(V)	额定电流(A)	极数	转速(r/min)	定子铁心			定转子槽数 z_1/z_2	气隙(mm)	主绕组		辅助绕组		备　注
						外径(mm)	内径(mm)	长度(mm)			线规(mm)	每极匝数	线规(mm)	每极匝数	
BO-5612	60	220	1.01	2	2800	90	48	40	24/18	0.25	1-φ0.41	560	1-φ0.31	229	
BO-5622	90	220	1.19	2	2800	90	48	48	24/18	0.25	1-φ0.47	473	1-φ0.35	179	
BO-5614	40	220	1.05	4	1400	90	52	40	24/22	0.20	1-φ0.38	374	1 φ0.27	150	
BO-5624	60	220	1.19	4	1400	90	52	48	24/22	0.20	1-φ0.41	321	1-φ0 29	127	
BO-6312	120	220	1.43	2	2800	102	52	48	24/18	0.25	1-φ0.53	406	1-φ0.35	203	
BO-6322	180	220	1.95	2	2800	102	52	56	24/18	0.25	1-φ0.59	352	1-φ0.38	174	
BO-6332	250	220	2.5	2	2800	102	54	62	24/18	0.25	1-φ0.62	247	1-φ0.44	127	反串 160 匝
BO-6314	90	220	1.6	4	1400	102	58	48	24/22	0.20	1-φ0.53	288	1-φ0.31	128	
BO-6324	120	220	1.85	4	1400	102	58	56	24/22	0.20	1-φ0.57	248	1-φ0.33	109	反串 208 匝
BO-6334	180	220	2.6	4	1400	102	60	68	24/22	0.25	1-φ0.62	180	1-φ0.41	86	
BO-7102	250	220	2.5	2	2800	120	62	48	24/18	0.25	1-φ0.62	260	1-φ0.38	159	
BO-7112	370	220	3.5	2	2800	120	62	62	24/18	0.25	1-φ0.72	212	1-φ0.44	124	
BO-7104	180	220	2.44	4	1400	120	71	48	24/22	0.20	1-φ0.64	209	1-φ0.38	89	
BO-7114	250	220	3.05	4	1400	120	71	62	24/22	0.20	1 φ0.72	165	1-φ0.41	95	
BO-7124	370	220	4.17	4	1400	120	71	80	24/22	0.20	1 φ0.83	126	1 φ0.44	71	

附录 B-8　CO 系列单相电容起动异步电动机技术数据

型　号	功率 (W)	额定电压 (V)	额定电流 (A)	极数	转速 (r/min)	定子铁心 (mm)			定转子槽数 z_1/z_2	气隙 (mm)	主绕组		辅助绕组		电容器容量 (μF)
						外径	内径	长度			线规 (mm)	每极匝数	线规 (mm)	每极匝数	
CO-6322	180	220	1.95	2	2800	102	52	52	24/18	0.20	1-ϕ0.57	301	1-ϕ0.41	273	75
CO-6332	250	220	2.5	2	2800	102	52	68	24/18	0.20	1-ϕ0.62	232	1-ϕ0.44	200	100
CO-6334	180	220	2.6	4	1400	102	58	70	24/22	0.20	1-ϕ0.57	200	1-ϕ0.41	114	100
CO-6324	120	220	1.95	4	1400	102	58	60	24/30	0.20	1 ϕ0.57	231	1-ϕ0.35	102	100
CO-7102	250	220	2.5	2	2800	120	62	48	24/18	0.25	1-ϕ0.62	261	1-ϕ0.47	191	100
CO-7112	370	220	3.5	2	2800	120	62	62	24/18	0.25	1-ϕ0.72	212	1-ϕ0.49	182	100
CO-7122	550	220	4.84	2	2800	120	62	80	24/18	0.25	1-ϕ0.86	153	1-ϕ0.53	185	150
CO-7104	180	220	2.44	4	1400	120	71	48	24/22	0.20	1-ϕ0.64	209	1-ϕ0.41	128	100
CO-7114	250	220	3.05	4	1400	120	71	62	24/22	0.20	1-ϕ0.72	167	1-ϕ0.47	149	100
CO-7124	370	220	4.17	4	1400	120	71	80	24/22	0.20	1-ϕ0.83	126	1-ϕ0.49	131	100
CO-8012	750	220	6.25	2	2800	138	71.6	70	24/30	0.30	1-ϕ1.00	149	1 ϕ0.55	185	200
CO-8024	750	220	7.05	4	1400	138	81.6	90	24/26	0.25	1-ϕ1.08	93	1 ϕ0.59	92	150
CO-8014	550	220	5.65	4	1400	138	81.6	70	24/26	0.25	1 ϕ0.96	120	1-ϕ0.55	113	200

附录 B-9 DO 系列单相电容运转异步电动机技术数据

型号	功率 (W)	额定电压 (V)	额定电流 (A)	极数	转速 (r/min)	定子铁心 外径 (mm)	定子铁心 内径 (mm)	定子铁心 长度 (mm)	定转子槽数 z_1/z_2	气隙 (mm)	主绕组 线规 (mm)	主绕组 每极匝数	辅助绕组 线规 (mm)	辅助绕组 每极匝数	空载电流 (A)	电容器容量 (μF)
DO-4512	15	220	0.23	2	2800	71	38	45	12/15	0.20	1-ϕ0.23	823	1-ϕ0.19	1258	0.249	1.8
DO-4522	25	220	0.32	2	2800	71	38	45	12/15	0.20	1-ϕ0.25	698	1-ϕ0.2	1369	0.373	2.0
DO-5012	40	220	0.45	2	2800	80	43	35	24/18	0.25	1-ϕ0.25	700	1-ϕ0.19	920	0.38	2.4
DO-5022	60	220	0.55	2	2800	80	43	46	24/18	0.25	1-ϕ0.29	550	1-ϕ0.23	778	0.474	2.7
DO-5612	90	220	0.82	2	2800	90	48	38	24/18	0.25	1-ϕ0.33	500	1-ϕ0.27	650	0.63	3.4
DO-5622	120	220	1.0	2	2800	90	48	48	24/18	0.25	1-ϕ0.41	400	1-ϕ0.27	640	0.66	3.7
DO-6312	180	220	1.42	2	2800	102	54	44	24/18	0.25	1-ϕ0.44	341	1-ϕ0.33	510	1.29	4.8
DO-4514	8	220	0.20	4	1400	71	38	45	12/15	0.20	1-ϕ0.2	575	1-ϕ0.16	650	0.275	1.8
DO-4524	15	220	0.28	4	1400	71	38	45	12/15	0.20	1-ϕ0.21	523	1-ϕ0.17	670	0.388	2.0
DO-5014	25	220	0.35	4	1400	80	42	34	24/18	0.17	1-ϕ0.25	504	1-ϕ0.18	523	0.382	2.4
DO-5024	40	220	0.52	4	1400	80	42	44	24/18	0.17	1-ϕ0.27	373	1-ϕ0.2	598	0.565	2.7
DO-5614	60	220	0.72	4	1400	90	52	38	24/18	0.20	1-ϕ0.29	350	1-ϕ0.27	460	0.84	3.4
DO-5624	90	220	0.97	4	1400	90	52	48	24/18	0.20	1-ϕ0.31	260	1-ϕ0.29	420	1.23	3.7
DO-6314	120	220	1.2	4	1400	102	60	44	24/22	0.25	1-ϕ0.38	265	1-ϕ0.29	460	1.28	4.8
DO-6324	180	220	1.67	4	1400	102	60	55	24/22	0.25	1-ϕ0.44	213	1-ϕ0.33	355	1.73	5.6

附录 B-10　BO2 系列单相电阻起动异步电动机技术数据

型　号	功率 (W)	额定电压 (V)	额定电流 (A)	极数	转速 (r/min)	定子铁心 (mm)			定转子槽数 z_1/z_2	气隙 (mm)	主绕组		辅助绕组		堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
						外径	内径	长度			线规 (mm)	每极匝数	线规 (mm)	每极匝数		
BO2-6312	90	220	1.02	2	2800	96	50	45	24/18	0.25	1-ϕ0.45	436	1-ϕ0.33	192	1.5	1.8
BO2-6322	120	220	1.36	2	2800	96	50	54	24/18	0.25	1-ϕ0.50	357	1-ϕ0.35	182	1.4	1.8
BO2-7112	180	220	1.89	2	2800	110	58	50	24/18	0.25	1-ϕ0.56	297	1-ϕ0.38	167	1.3	1.8
BO2-7122	250	220	2.40	2	2800	110	58	62	24/18	0.25	1-ϕ0.63	235	1-ϕ0.40	156	1.1	1.8
BO2-8012	370	220	3.36	2	2800	128	67	58	24/18	0.25	1-ϕ0.71	206	1-ϕ0.45	136	1.1	1.8
BO2-6314	60	220	1.23	4	1400	96	58	45	24/30	0.25	1-ϕ0.42	315	1-ϕ0.31	127	1.7	1.8
BO2-6324	90	220	1.64	4	1400	96	58	54	24/30	0.25	1 ϕ0.45	270	1-ϕ0.35	117	1.5	1.8
BO2-7114	120	220	1.88	4	1400	110	67	50	24/30	0.25	1-ϕ0.53	224	1-ϕ0.33	124	1.5	1.8
BO2-7124	180	220	2.49	4	1400	110	67	62	24/30	0.25	1-ϕ0.60	183	1-ϕ0.35	102	1.4	1.8
BO2-8014	250	220	3.11	4	1400	128	77	58	24/30	0.25	1-ϕ0.71	158	1-ϕ0.40	104	1.2	1.8
BO2-8024	370	220	4.24	4	1400	128	77	75	24/30	0.25	1-ϕ0.85	124	1-ϕ0.47	89	1.2	1.8

附录 B-11　CO2 系列单相电容起动异步电动机技术数据

型　号	功率 (W)	额定电压 (V)	额定电流 (A)	极数	转速 (r/min)	定子铁心 (mm)			定转子槽数 z_1/z_2	气隙 (mm)	主绕组		辅助绕组		电容器容量 (μF)
						外径	内径	长度			线规 (mm)	线圈匝数	线规 (mm)	线圈匝数	
CO2-7112	180	220	1.89	2	2800	110	58	50	24/18	0.25	1-ϕ0.56	297	1-ϕ0.38	247	75
CO2-7122	250	220	2.40	2	2800	110	58	62	24/18	0.25	1-ϕ0.63	235	1-ϕ0.47	204	75
CO2-8012	370	220	3.36	2	2800	128	67	58	24/18	0.25	1-ϕ0.71	206	1-ϕ0.53	206	100
CO2-8022	550	220	4.65	2	2800	128	67	75	24/18	0.25	1-ϕ0.85	159	1-ϕ0.56	154	150
CO2-90S2	750	220	5.94	2	2800	145	77	70	24/18	0.30	1-ϕ1.0	147	1-ϕ0.63	133	200
CO2 7114	120	220	1.88	4	1400	110	67	50	24/30	0 25	1-ϕ0.53	224	1-ϕ0.35	145	75
CO2-7124	180	220	2.49	4	1400	110	67	62	24/30	0.25	1-ϕ0.60	183	1-ϕ0.38	124	75
CO2-8014	250	220	3.11	4	1400	128	77	58	24/30	0.25	1 ϕ0.71	158	1-ϕ0.47	133	100
CO2-8024	370	220	4.24	4	1400	128	77	75	24/30	0.25	1-ϕ0.85	124	1-ϕ0.50	134	100
CO2-90S4	550	220	5.57	4	1400	145	87	70	36/42	0.25	1-ϕ0.95	127	1-ϕ0.60	108	150
CO2-90L4	750	220	6.77	4	1400	145	87	90	36/42	0.25	1-ϕ1.06	96	1-ϕ0.63	120	150

附录 B-12　DO2 系列单相电容运转异步电动机技术数据

型　号	功率 (W)	额定电压 (V)	额定电流 (A)	极数	转速 (r/min)	定子铁心 外径 (mm)	定子铁心 内径 (mm)	定子铁心 长度 (mm)	定转子槽数 z_1/z_2	气隙 (mm)	主绕组 线规 (mm)	主绕组 每极匝数	辅助绕组 线规 (mm)	辅助绕组 每极匝数	电容器容量 (μF)	电容器耐压 (V)
DO2 4512	10	220	0.20	2	2800	71	38	45	12/18	0.20	1 ϕ0.18	868	1-ϕ0.16	971	1	630
DO2 4522	16	220	0.26	2	2800	71	38	45	12/18	0.20	1 ϕ0.20	750	1-ϕ0.19	796	1	630
DO2-5012	25	220	0.33	2	2800	80	44	45	12/18	0.20	1 ϕ0.25	519	1 ϕ0.23	819	2	630
DO2 5022	40	220	0.42	2	2800	80	44	45	12/18	0.20	1 ϕ0.25	489	1-ϕ0.25	698	2	630
DO2-5612	60	220	0.57	2	2800	90	48	50	24/18	0.25	1-ϕ0.28	454	1-ϕ0.31	527	4	630
DO2-5622	90	220	0.81	2	2800	90	48	50	24/18	0.25	1 ϕ0.33	363	1-ϕ0.31	467	4	630
DO2-6312	120	220	0.91	2	2800	96	50	45	24/18	0.25	1 ϕ0.40	415	1-ϕ0.31	593	4	630
DO2-6322	180	220	1.29	2	2800	96	50	54	24/18	0.25	1-ϕ0.45	320	1-ϕ0.33	427	6	630
DO2 7112	250	220	1.73	2	2800	110	58	50	24/18	0.25	1 ϕ0.50	271	1-ϕ0.45	382	8	430
DO2-4514	6	220	0.20	4	1400	71	38	45	12/18	0.20	1 ϕ0.18	700	1 ϕ0.16	675	1	630
DO2-4524	10	220	0.26	4	1400	71	38	45	12/18	0.20	1 ϕ0.20	600	1-ϕ0.16	620	1	630
DO2-5014	16	220	0.28	4	1400	80	44	45	12/18	0.20	1 ϕ0.21	560	1-ϕ0.21	455	2	630
DO2-5024	25	220	0.36	4	1400	80	44	45	12/18	0.20	1-ϕ0.25	436	1 ϕ0.21	435	2	630
DO2-5614	40	220	0.49	4	1400	90	54	50	24/18	0.25	1 ϕ0.28	356	1-ϕ0.23	508	2	630
DO2-5624	60	220	0.64	4	1400	90	54	50	24/18	0.25	1 ϕ0.31	348	1-ϕ0.28	339	4	630
DO2-6314	90	220	0.94	4	1400	96	58	45	24/18	0.25	1 ϕ0.35	302	1-ϕ0.31	374	4	630
DO2 6324	120	220	1.17	4	1400	96	58	54	24/18	0.25	1-ϕ0.40	259	1-ϕ0.31	365	4	630
DO2 7114	180	220	1.58	4	1400	110	67	50	24/30	0.25	1 ϕ0.42	206	1 ϕ0.38	330	6	430
DO2-7124	250	220	2.04	4	1400	110	67	62	24/30	0.25	1-ϕ0.47	165	1-ϕ0.42	268	8	430

附录 B-13　YC 系列单相电容起动异步电动机技术数据

型号	极数	功率（kW）	电压（V）	额定电流（A）	起动电流（A）	转速（r/min）	效率（%）	功率因数	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	噪声			振动
											N	R	S	
YC-90S-2	2	0.75	220	5.94	37	2900	70	0.82	2.5	1.8	75	70	65	1.8
YC-90L-2	2	1.1	220	8.47	60	2900	72	0.82	2.5	1.8	75	70	65	1.8
YC-100L1-2	2	1.5	220	11.24	80	2900	74	0.82	2.5	1.8	78	73	68	1.8
YC-100L2-2	2	2.2	220	16.1	120	2900	75	0.83	2.5	1.8	78	73	68	1.8
YC-112M-2	2	3	220	21.6	150	2900	76	0.83	2.2	1.8	80	75	70	1.8
YC-132S-2	2	3.7	220	26.3	175	2900	77	0.83	2.2	1.8	83	78	73	1.8
YC-90S-4	4	0.55	220	5.57	29	1450	65	0.69	2.5	1.8	70	65	60	1.8
YC-90L-4	4	0.75	220	6.77	37	1450	69	0.73	2.5	1.8	70	65	60	1.8
YC-100L1-4	4	1.1	220	9.52	60	1450	71	0.74	2.5	1.8	73	68	63	1.8
YC-100L2-4	4	1.5	220	12.5	80	1450	73	0.75	2.5	1.8	73	68	63	1.8
YC-112M-4	4	2.2	220	17.5	120	1450	75	0.76	2.5	1.8	75	70	65	1.8
YC-132S-4	4	3	220	23.5	150	1450	75.5	0.77	2.2	1.8	78	73	68	1.8
YC-132M-4	4	3.7	220	28	175	1450	76	0.79	2.2	1.8	78	73	68	1.8
YC-90S-6	6	0.25	220	4.21	20	950	54	0.50	2.5	1.8	66	61	56	1.8
YC-90L-6	6	0.37	220	5.27	25	950	58	0.55	2.5	1.8	66	61	56	1.8
YC-100L1-6	6	0.55	220	6.94	35	950	60	0.60	2.5	1.8	67	62	57	1.8
YC-100L2-6	6	0.75	220	9.01	45	950	61	0.52	2.2	1.8	67	62	57	1.8
YC-112M-6	6	1.1	220	12.2	65	950	63	0.65	2.2	1.8	70	65	60	1.8
YC-132S-6	6	1.5	220	14.7	85	950	68	0.68	2.0	1.8	73	68	63	1.8
YC-132M-6	6	2.2	220	20.4	125	950	70	0.70	2.0	1.8	73	68	63	1.8

附录 B-14　G 系列单相串励电动机技术数据

型号	功率（W）	电压（V）	额定电流（A）	转速（r/min）	定子铁心 外径（mm）	定子铁心 内径（mm）	定子铁心 长度（mm）	气隙（mm）	转子槽数	磁极绕组 线规（mm）	磁极绕组 线圈匝数	转子绕组 线规（mm）	转子绕组 线圈匝数	转子绕组 线圈节距	转子绕组 换向片数	转子绕组 换向器节距	堵转电流/额定电流（倍数）	堵转转矩/额定转矩（倍数）
G-3614	8	220	0.14	4000	56	30	18	0.3	8	0.14	1010	0.09	214	1-4	24	1-2	2.5	1.5
G-3624	15	220	0.22	4000	56	30	30	0.3	8	0.18	685	0.12	137	1-4	24	1-2	2.5	1.5
G-3634	25	220	0.32	4000	56	30	38	0.3	8	0.23	536	0.15	104	1-4	24	1-2	2.5	1.5
G-3616	15	220	0.20	6000	56	30	18	0.3	8	—	—	—	—	—	24	1-2	3.5	1.8
G-3626	25	220	0.29	6000	56	30	30	0.3	8	—	—	—	—	—	24	1-2	3.5	1.8
G-3636	40	220	0.42	6000	56	30	38	0.3	8	0.25	470	0.17	77	1-4	24	1-2	3.5	1.8
G-3618	25	220	0.28	8000	56	30	18	0.3	8	—	—	—	—	—	24	1-2	4.5	3.0
G-3628	40	220	0.40	8000	56	30	30	0.3	8	—	—	—	—	—	24	1-2	4.5	3.0
G-3638	60	220	0.57	8000	56	30	38	0.3	8	0.29	445	0.20	62	1-4	24	1-2	4.5	3.0
G-36112	40	220	0.37	12000	56	30	18	0.3	8	—	—	—	—	—	24	1-2	6.0	4.5
G-36212	60	220	0.53	12000	56	30	30	0.3	8	—	—	—	—	—	24	1-2	6.0	4.5
G-36312	90	220	0.77	12000	56	30	38	0.3	8	0.33	366	0.23	47	1-4	24	1 2	6.0	4.5
G-4514	40	220	0.45	4000	71	39		0.35	12	—	—	—	—	—	36	1-2	2.5	1.7
G-4524	60	220	0.64	4000	71	39	40	0.35	12	0.31	362	0.21	51	1-6	36	1-2	2.5	1 7
G-4534	90	220	0.91	4000	71	39	50	0.35	12	0.38	290	0.25	39	1-6	36	1-2	2.5	1.7
G-4516	60	220	0.59	6000	71	39		0.35	12	—	—	—	—	—	36	1-2	3.5	2.5
G-4526	90	220	0.85	6000	71	39	40	0.35	12	—	—	—	—	—	36	1 2	3.5	2.5

（续）

型号	功率（W）	电压（V）	额定电流（A）	转速（r/min）	定子铁心			气隙（mm）	转子槽数	磁极绕组		转子绕组					堵转电流/额定电流（倍数）	堵转转矩/额定转矩（倍数）
					外径（mm）	内径（mm）	长度（mm）			线规（mm）	线圈匝数	线规（mm）	线圈匝数	线圈节距	换向片数	换向器节距		
G-4536	120	220	1.08	6000	71	39	50	0.35	12	0.41	240	0.27	33	1 6	36	1-2	3.5	2.5
G-4518	90	220	0.82	8000	71	39		0.35	12	—	—	—	—	1-6	36	1-2	4.5	4.0
G-4528	120	220	1.03	8000	71	39	40	0.35	12	—	—	—	—	1-6	36	1-2	4.5	4.0
G-4538	180	220	1.50	8000	71	39	50	0.35	12	0.44	195	0.31	26	1-6	36	1-2	4.5	4.0
G-45112	120	220	0.99	12000	71	39		0.35	12	—	—	—	—	1-6	36	1-2	6.0	6.0
G-45212	180	220	1.43	12000	71	39	40	0.35	12	0.44	192	0.31	25	1-6	36	1-2	6.0	6.0
G-5614	120	220	1.15	4000	90	50	35	0.50	13	0.44	266	0.29	42	1-7	39	1-2	6.0	2.0
G-5624	180	220	1.70	4000	90	50	50	0.50	13	0.53	195	0.35	29	1-7	39	1-2	2.5	2.0
G-5634	250	220	2.32	4000	90	50	65	0.50	13	0.59	152	0.41	22	1-7	39	1-2	2.5	2.0
G-5616	180	220	1.60	6000	90	50	35	0.50	13	0.49	243	0.33	31	1-7	39	1-2	3.5	3.0
G-5626	250	220	2.15	6000	90	50	50	0.50	13	0.57	179	0.41	22	1-7	39	1-2	3.5	3.0
G-5636	370	220	3.08	6000	90	50	65	0.50	13	0.67	144	0.47	16	1-7	39	1 2	3.5	3.0
G-5618	250	220	2.08	8000	90	50	35	0.50	13	0.55	226	0.38	24	1-7	39	1-2	4.5	5.0
G-5628	370	220	2.90	8000	90	50	50	0.50	13	0.64	166	0.47	17	1-7	39	1-2	4.5	5.0
G-5638	550	220	4.18	8000	90	50	65	0.50	13	0.77	123	0.55	12	1-7	39	1-2	4.5	5.0
G-7114	370	220	3.32	4000	120	69	42	0.9	19	0.69	156	0.49	17	1-10	57	1-2	2.5	2.0
G-7124	550	220	4.92	4000	120	69	60	0.9	19	0.83	112	0.59	12	1-10	57	1-2	2.5	2.0

（续）

型号	功率 (W)	电压 (V)	额定电流 (A)	转速 (r/min)	定子铁心 (mm)			气隙 (mm)	转子槽数	磁极绕组		转子绕组					堵转电流/额定电流（倍数）	堵转转矩/额定转矩（倍数）
					外径	内径	长度			线规 (mm)	线圈匝数	线规 (mm)	线圈匝数	线圈节距	换向片数	换向器节距		
G 7134	750	220	6.70	4000	120	69	—	0.9	19			—	—	—	—	1 2	2.5	2.0
G-7116	550	220	4.45	6000	120	69	42	0.9	19	0.77	132	0.55	13	1 10	57	1-2	3.5	3.5
G-7126	750	220	6.0	6000	120	69	60	0.9	19	0.93	100	0.64	9	1-10	57	1 2	3.5	3.5
G-45132	250	220	1.93	12000	71	39	50	0.35	12	0.51	167	0.38	19	1 6	36	1-2	6.0	6.0

附录 B-15 G型单相串励电动机技术数据

型号	功率 (W)	额定电压 (V)	额定电流 (A)	转速 (r/min)	定子铁心 (mm)			气隙 (mm)	转子槽数	磁极绕组		转子绕组					堵转电流/额定电流（倍数）	堵转转矩/额定转矩（倍数）
					外径	内径	长度			线规 (mm)	线圈匝数	线规 (mm)	线圈匝数	线圈节距	换向片数	换向器节距		
G 25-40	25	220	—	4000	71.3	39.3	20	0.4	11	0.21	690	0.14	84	1 6	33	1-2	—	—
G 30-40	30	220		4000	71.3	39.3	25	0.4	11	0.27	486	0.17	74	1 6	33	1-2	—	—
G-40 40	40	220	—	4000	71.3	39.3	25	0.4	11	0.27	486	0.17	76	1 6	33	1 2	—	—
G-60-40	60	220	—	4000	71.3	39.3	36	0.4	11	0.29	358	0.21	53	1 6	33	1 2	—	—
G-80-40	80	220		4000	71.3	39.3	44	0.4	11	0.33	310	0.23	46	1-6	33	1 2	—	—
G 90-40	90	220		4000	71.3	39.3	53	0.4	11	0.35	286	0.25	39	1 6	33	1 2	—	—
G-120-40	120	220	—	4000	90	51.3	40	0.45	19	0.41	282	0.29	37	1 10	38	1-2	—	—
G 180 40	180	220	—	4000	90	51.3	55	0.45	19	0.53	182	0.38	29	1 10	38	1 2	—	—
G-250-40	250	220		4000	90	51.3	68	0.45	19	0.59	146	0.11	18	1 10	38	1 2	—	—

附录 B-16 U型单相串励电动机技术数据

型号	功率 (W)	电压 (V)	转速 (r/min)	定子铁心 外径 (mm)	定子铁心 内径 (mm)	定子铁心 长度 (mm)	气隙 (mm)	转子槽数	磁极绕组 线规 (mm)	磁极绕组 每极匝数	转子绕组 线规 (mm)	转子绕组 线圈匝数	转子绕组 线圈节距	转子绕组 换向片数	转子绕组 换向器节距
U15/40-220	15	220	4000	65	33.5	36	0.45	10	0.2	740	0.15	110	1-5	20	1-2
U15/56-220D	15	220	5600	55	29	22	0.45	10	0.19	600	0.13	110	1-5	20	1-2
U30/40-220	30	220	4000	84	45.3	25	0.45	12	0.25	575	0.18	62	1-6	36	1-2
U40/36-24D	40	24	3600	84	45.3	38	0.45	12	0.86	76	0.64	7	1-6	24	1-2
U40/36-110D	40	110	3600	84	45.3	38	0.45	12	0.41	350	0.33	34	1-6	24	1-2
U55/45-220D	55	220	4500	84	45.3	38	0.45	12	0.38	360	0.25	50	1-6	24	1-2
U80/50-110D	80	110	5000	84	45.3	60	0.45	12	0.49	220	0.41	13	1-6	36	1-2
U80/50-220D	80	220	5000	84	45.3	60	0.45	12	0.35	435	0.29	27	1-6	36	1-2
U120/40-220	120	220	4000	94	51.6	60	0.55	16	0.44	220	0.31	23	1-8	48	1-2
U180/40-220	180	220	4000	94	51.6	75	0.55	16	0.53	160	0.35	20	1-8	48	1-2

附录 B-17 SU型交直流两用单相串励电动机技术数据

型号	功率 (W) 交流	功率 (W) 直流	电压 (V) 交流	电压 (V) 直流	转速 (r/min)	定子铁心 外径 (mm)	定子铁心 内径 (mm)	定子铁心 长度 (mm)	气隙 (mm)	转子槽数	磁极绕组 线规(mm) 交流	磁极绕组 线规(mm) 直流	磁极绕组 每极匝数	转子绕组 线规 (mm)	转子绕组 线圈匝数	转子绕组 线圈节距	转子绕组 换向片数	转子绕组 换向器节距
SU-1	80	100	110	110	2500	94	51.6	60	0.55	16	φ 0.62	φ 0.49	交流 111	φ 0.47	12	1-8	48	1-2
SU-1C	80	100	110	110	2500	94	51.6	60	0.55	16	φ 0.62	φ 0.49	直流槽 209	φ 0.47	12	1 8	48	1-2
SU-2	80	100	220	220	2500	94	51.6	60	0.55	16	φ 0.44	φ 0.35	交流 219	φ 0.33	25	1-8	48	1-2
SU-2C	80	100	220	220	2500	94	51.6	60	0.55	16	φ 0.44	φ 0.35	直流增加 441	φ 0.33	25	1-8	48	1-2

附录 B-18　J1Z 系列单相电站串励电动机技术数据(老系列)

钻头直径(mm)	型号	功率(W)	电压(V)	额定电流(A)	转速(r/min)	定子铁心(mm)			气隙(mm)	转子槽数	磁极绕组		转子绕组				
						外径	内径	长度			线规(mm)	每极匝数	线规(mm)	线圈匝数	线圈节距	换向片数	换向器节距
ϕ6	J1Z-6	—	36	5.6	10000	61	35.3	34	0.35	9	2-0.55	42	2-0.41	7	1 5	27	1-2
			110	2.2	13500	61	35.3	34	0.35	9	1-0.47	128	1-0.33	19	1-5	27	1-2
			220	1.1	13500	61	35.3	34	0.35	9	1-0.33	255	1-0.23	38	1-5	27	1-2
ϕ10	J1Z-10	—	24	12	9900	73	41	40	0.35	12	3-0.69	22	1-0.41 1-0.69	45	1-6	24	1-2
			36	7.3	9900	73	41	40	0.35	12	2-0.69	35	1-0.69	6 5	1-6	24	1-2
			110	2.5	10300	73	41	40	0.35	12	1-0.55	96	1-0.38	13	1-6	36	1-2
			220	1.2	10300	73	41	40	0.35	12	1-0.38	198	1-0.27	16	1-6	36	1-2
ϕ13	J1Z-13	—	36	11	7000	85	46.3	45	0.4	12	3-0.72	25	1-0.53 1-0.67	6	1-6	24	1-2
			110	4.4	10000	85	46.3	45	0.4	12	1-0.67	95	1-0.53	9	1-6	36	1-2
			220	2.2	10000	85	46.3	45	0.4	12	1-0.51	190	1-0.38	18	1-6	36	1-2
			240	2.1	10000	85	46.3	45	0.4	12	1-0.51	190	1-0.38	20	1-6	36	1-2
ϕ19	J1Z-19	—	110	7.2	9000	102	58.7	46	0.5	15	3-0.62	60	2-0.47	9	1-7	30	1-2
			220	3.6	9000	102	58.7	46	0.5	15	2-0.55	120	1-0.47	12	1-7	45	1-2
ϕ23	J1Z-23	—	220	5.1	810	102	58.7	46	0.5	15	2-0.57	120	1-0.53	12	1-7	45	1-2

附录 B-19 DT 系列电动工具用单相串励电动机技术数据

型号	功率（W）	电压（V）	额定电流（A）	转速（r/min）	定子铁心（mm）			气隙（mm）	转子槽数	磁极绕组		转子绕组				
					外径	内径	长度			线规（mm）	每极匝数	线规（mm）	线圈匝数	线圈节距	换向片数	换向器节距
DT-21	60	220	0.679	14000	50	28.3	28	0.35	9	0.27	323	0.18	50	1-5	27	1-2
DT-22	90	220	0.879	14000	50	28.3	34	0.35	9	0.31	286	0.21	41	1-5	27	1-2
DT-23	120	220	1.07	14000	50	28.3	42	0.35	9	0.33	239	0.23	33	1-5	27	1-2
DT 23S	120	220	1.07	14000	50	28.1	42	0.45	9	0.33	222	0.23	33	1-5	27	1-2
DT-31	120	220	1.073	13000	56	30.3	38	0.35	9	0.33	237	0.23	36	1-5	27	1-2
DT-32	150	220	1.232	13000	56	30.3	42	0.35	9	0.38	218	0.25	32	1-5	27	1-2
DT-31S	120	220	1.05	13000	56	30.1	38	0.45	9	0.33	224	0.23	36	1-5、	27	1-2
DT 41	150	220	1.242	12000	62	34.2	32	0.4	9	0.38	252	0.25	37	1-5	27	1-2
DT-42	180	220	1.421	12000	62	34.2	36	0.4	9	0.41	227	0.27	33	1-5	27	1-2
DT-42S	180	220	1.403	12000	62	34	36	0.5	9	0.41	224	0.27	33	1-5	27	1-2
DT-51	210	220	1.569	11000	71	38.1	38	0.45	11	0.47	191	0.31	24	1-6	33	1-2
DT-52	250	220	1.95	11000	71	38.1	44	0.45	11	0.49	167	0.35	21	1-6	33	1-2
DT-51S	210	220	1.52	11000	71	37.8	38	0.6	11	0.47	197	0.31	24	1-6	33	1-2
DT-61	300	220	2.318	10000	80	44	38	0.5	11	0.55	168	0.38	22	1-6	33	1-2
DT-62	350	220	2.62	10000	80	44	42	0.5	11	0.57	154	0.41	20	1-6	33	1-2
DT-61S	300	220	2.3	10000	80	43.7	38	0.65	11	0.55	165	0.38	22	1-6	33	1-2
DT-71	400	220	3.03	9000	90	49.8	44	0.6	11	0.62	144	0.44	16	1-10	38	1-2

（续）

型号	功率（W）	电压（V）	额定电流（A）	转速（r/min）	定子铁心 外径（mm）	定子铁心 内径（mm）	定子铁心 长度（mm）	气隙（mm）	转子槽数	磁极绕组 线规（mm）	磁极绕组 每极匝数	转子绕组 线规（mm）	转子绕组 线圈匝数	转子绕组 线圈节距	转子绕组 换向片数	转子绕组 换向器节距
DT-72	500	220	3.72	9000	90	49.8	52	0.6	19	2-0.44	133	1-0.49	13	1-10	38	1-2
DT-71S	400	220	3.06	9000	90	49.5	44	0.75	19	1-0.62	144	1-0.44	16	1-10	38	1-2
DT-81	600	220	4.44	8000	102	56.6	48	0.7	19	2-0.55	116	1-0.57	14	1-10	38	1-2
DT-82	800	220	5.95	8000	102	56.6	64	0.7	19	2-0.62	96	2-0.47	10	1 10	38	1-2
DT-81S	600	220	4.39	8000	102	56.6	48	0 85	19	2-0.55	112	1-0.57	14	1-10	38	1-2

附录 B-20 电动工具用单相交、直流两用串励电动机技术数据

定子冲片外径（mm）	功率（W）	电压（V）	额定电流（A）	转速（r/min）	定子铁心 外径（mm）	定子铁心 内径（mm）	定子铁心 长度（mm）	气隙（mm）	转子槽数	磁极绕组 线规（mm）	磁极绕组 每极匝数	转子绕组 线规（mm）	转子绕组 线圈匝数	转子绕组 线圈节距	转子绕组 换向片数	转子绕组 换向器节距
$\phi56$	140	220	1	14000	56	31	38	0.35	9	1-0.33	247	0.23	36	1-5	27	1-2
	204	220	1.57	14300	56	31	50	0.35	9	1-0.38	197	0.27	27	1-5	27	1-2
$\phi71$	275	220	2.1	12100	71	39	44	0.45	11	1-0.49	185	0.33	20	1-6	33	1-2
	385	220	2.71	13200	71	39	52	0.45	11	1 0.55	138	0.38	17	1-6	33	1-2
$\phi9$	550	220	4.1	9900	90	51	52	0.6	19	2-0.49	134	0.49	13	1-10	38	1-2
	770	220	5.42	13200	90	51	52	0.6	19	2-0.55	116	0.57	10	1-10	38	1-2
	1250	220	8.05	12500	90	51	76	0.6	19	2-0.64	80	0.64	8	1-9	38	1-2

附录 B-21　电动工具用单相串励电动机技术数据

定子冲片外径 (mm)	额定电压 (V)	额定电流 (A)	输入功率 (W)	输出功率 (W)	转速 (r/min)	铁心长度 (mm)	气隙 (mm)	定子绕组		转子绕组				电刷尺寸			轴承型号	
								线规 (mm)	每极匝数	线规 (mm)	线圈匝数	换向片数	换向器节距	长 (mm)	宽 (mm)	高 (mm)	轴伸端	后罩端
φ56	220	0.78	165	90	10000	38	0.35	0.33/0.28	310	0.25/0.21	46	27	1-2	6.5	4	12.5	60027	60026
	220	1.10	230	120	13000	38	0.35	0.38/0.33	248	0.28/0.23	36	27	1-2	6.5	4	12.5	60028	60026
	36	5.60	185	92	10000	38	0.35	2-0.63/2-0.56	40	0.63/0.56	—	27	1 2	6.5	4	12.5	60028	60026
	220	1.20	250	140	14000	38	0.35	0.38/0.33	247	0.28/0.23	36	27	1-2	6.5	4	10	60028	60026
	220	1.75	370	220	14000	55	0.35	0.47/0.41	175	0.34/0.29	25	27	1-2	6.5	4	13	60029	60027
	220	1.40	280	160	15000	38	0.35	0.41/0.35	240	0.30/0.25	31	27	1-2	6.5	4	12.5	60028	60026
	220	1.10	250	140	14000	38	0.35	0.38/0.33	247	0.28/0.23	36	27	1 2	6.5	4	12.5	60028	60026
	220	0.8	140	80	8000	38	0.35	0.34/0.29	315	0.23/0.19	53	27	1-2	6.5	4	12.5	60027	60027
	220	1.78	380	230	14300	55	0.35	0.47/0.41	175	0.34/0.29	25	27	1-2	6.5	4	12.5	60029	60027
	220	1.10	240	140	14000	38	0.35	0.38/0.33	247	0.28/0.23	36	27	1-2	6.5	4	12.5	60028	60026
	220	0.79	140	80	8000	38	0.35	0.34/0.29	315	0.23/0.19	53	27	1-2	6.5	4	12.5	60102	60027
	220	1.10	250	140	14000	38	0.35	0.38/0.33	247	0.28/0.23	36	27	1-2	6.5	4	12.5	60028	60026
	220	1.10	220	130	13500	34	0.35	0.36/0.31	255	0.28/0.23	38	27	1-2	6.5	4.3	12.5	60029	60027
	220	1.10	210	120	12000	34	0.35	0.36/0.31	265	0.28/0.23	42	27	1-2	6.5	4.3	14	60029	60027
φ62	36	9.6	328	164	8900	38	0.40	3-0.63/3-0.56	36	2-0.53/2-0.47	5	27	1-2	6.5	4.3	14	60029	60027
	220	1.6	334	184	12600	38	0.40	0.48/0.42	216	0.32/0.27	32	27	1-2	6.5	4.3	14	60029	60027
	220	1.6	320	210	12600	41	0.40	0.47/0.41	210	0.34/0.29	32	27	1-2	6.5	4.3	12	60029	60027

（续）

定子冲片外径(mm)	额定电压(V)	额定电流(A)	输入功率(W)	输出功率(W)	转速(r/min)	铁心长度(mm)	气隙(mm)	定子绕组		转子绕组				电刷尺寸			轴承型号	
								线规(mm)	每极匝数	线规(mm)	线圈匝数	换向片数	换向器节距	长(mm)	宽(mm)	高(mm)	轴伸端	后罩端
ϕ62	220	1.6	340	220	13040	36	0.40	0.47/0.41	204	0.34/0.29	32	27	1-2	6.5	4.3	12.5	60029	60029
ϕ71	220	2.1	430	275	12100	44	0.45	0.56/0.50	185	0.39/0.33	20	33	1-2	8	5	16	60200	60027
	220	2.1	430	275	12100	44	0.45	0.55/0.49	185	0.39/0.33	20	33	1-2	8	5	17	60200	60027
	220	1.51	305	195	8500	44	0.45	0.47/0.41	212	0.34/0.29	27	33	1-2	8	4.5	17	60200	60027
	220	2.1	430	275	12100	44	0.45	0.55/0.49	185	0.38/0.33	20	33	1-2	8	15	17	60200	60027
ϕ80	220	2.4	485	310	13000	38	0.50	0.63/0.57	152	0.48/0.42	19	33	1-2	8	6.3	16	60029	60028
	220	2.5	520	360	13300	42	0.45	0.63/0.57	160	0.47/0.41	18	33	1-2	8	5	16	80501	60018
	220	2.5	550	350	8900	42	0.55	0.62/0.55	173	0.44/0.36	24	33	1-2	10.5	4	18	60201	60028
	220	3.7	780	375	14500	42	0.45	0.63/0.57	115	0.53/0.40	14	33	1-2	8	5	16	60201	60028
	220	3.2	630	450	11000	48	0.55	0.66/0.59	148	0.50/0.44	16	33	1-2	10	4.5	18	60201	60028
	220	3.2	630	450	11300	48	0.50	0.66/0.59	144	0.50/0.44	17	33	1 2	8	6.3	16	60200	60028
	220	4.1	700	600	11000	60	0.55	0.50/0.44	136	0.53/0.47	16	33	1-2	10.5	4.5	18	60201	60025
ϕ90	220	4.1	830	470	9900	52	0.60	2-0.56/ 2-0.50	134	0.56/0.50	13	38	1-2	12.5	8	20	60201	60029
	220	4.0	820	500	11000	52	0.65	0.55/0.50	132	0.59/0.52	12	38	1-2	12.5	8	22	60201	60029
	220	4.1	810	550	9900	52	0.60	2-0.55/ 2-0.49	134	0.55/0.49	13	38	1-2	12.5	8	19	60201	60029
	220	4.5	920	630	11000	52	0.60	2-0.56/ 2-0.50	126	0.60/0.53	12	38	1-2	12.5	8	19	60201	60029
	220	4.9	1000	660	12100	52	0.60	0.6/0.55	110	0.62/0.57	11	38	1-2	12.5	8	16	60201	60029
	220	7.7	1800	1200	12000	76	0.60	2-0.72/ 2-0.64	76	0.72/0.64	8	38	1 2	12.5	8	16	60029	60029

附录 B-22 电风扇、排气扇用单相电容起动电动机技术数据

风扇类型	规格 (mm)	额定功率 (W)	额定电压 (V)	极数	定子铁心 外径 (mm)	定子铁心 内径 (mm)	定子铁心 长度 (mm)	定转子槽数 z_1/z_2	气隙 (mm)	主绕组 线规 (mm)	主绕组 匝数	主绕组 线圈数	辅助绕组 线规 (mm)	辅助绕组 匝数	辅助绕组 线圈数	线圈节距	绕组型式	电容器容量 (μF)	调速方法
台扇	250	31	220	4	88	44.7	20	8/17	0.35	ϕ0.17	935 850	4 4	ϕ0.15 ϕ0.15	1020 1020 500+ 300	4 2	1-3 1-3	双层链式 双层链式 L、Ⅱ型	1 1	电抗器 2 抽头法
台扇	300	45	220	4	88	44.7	26	8/17	0.35	ϕ0.17	634	4	ϕ0.19	620	4	1-3	单层链式	1、5	电抗器 4
					78	44.5	24	16/22	0.35	ϕ0.17	800	4	ϕ0.15	500+ 500	4	1 4	单层链式	1	抽头法
					85.5	46.5	20		0.35	ϕ0.17	800	4	ϕ0.15	1000	4	1-4	L、Ⅱ型	1	
		44	220	4	78	44.5	22	16/22	0.35	ϕ0.17	800	4	ϕ0.15	1000	4	1-4		1	抽头法
		46	220	4	82	44.56	24	16/22	0.38	ϕ0.17	800	4	ϕ0.15	1000	4	1-4		1、2	抽头法
		42	220	4	80	44.5	26	16/22	0.30	ϕ0.19	800	4	ϕ0.15	960	4	1-4			抽头法
		44	220	4	73	40.3	26.5	16/22	0.35	ϕ0.15	840	4	ϕ0.15	900	4	1-4			抽头法
		45	220	4	88	49	22	16/22	0.35	ϕ0.17	800	4	ϕ0.15	1000	4	1-4			抽头法
	350	54	220	4	88.5	49	25	16/22	0.35	ϕ0.21	720	4	ϕ0.17	930	4	1-4	单层链式		电抗器 5
										ϕ0.19	760 650+ 110	3 1		480+ 480	4	1-4	单层 T 型		抽头法

(续)

风扇类型	规格(mm)	额定功率(W)	额定电压(V)	极数	定子铁芯 外径(mm)	内径(mm)	长度(mm)	定转子槽数 z_1/z_2	气隙(mm)	主绕组 线规(mm)	匝数	线圈数	辅助绕组 线规(mm)	匝数	线圈数	线圈节距	绕组型式	电容器容量(μF)	调速方法
台扇		52	220	4	88	44.7	32	8/17	0.35	φ0.23	560	4	φ0.19	790	4	1-3	双层链式	1、2	电抗器
	350	50	220	4	88	49	20	16/22	0.35	φ0.21	720	4	φ0.17	930	4	1-4	双层链式	1	电抗器
					78	44.5	25	16/22	0.35	φ0.17	750	4	φ0.15	600+500	4	1-4	双层链式	1	抽头法
		54	220	4	88	49	25	16/22	0.35	φ0.21	720	4	φ0.17	930	4	1-4	双层链式	1	电抗器
	400	60	220	4	88.5	49	35	16/22	0.35	φ0.23	570	4	φ0.19	720	4	1-4	单层链式	—	电抗器 7
		61	220	4	88.4	49	32	16/22	0.35	φ0.21	550	4	φ0.19	350+350	4	1-4	单层链式 L、Ⅱ型	— —	抽头法
		66	220	4	88	44.7	32	8/17	0.35	φ0.23	530	4	φ0.17	890	4	1 3	双层链式	—	电抗器
		58	220	4	88	49	35	16/22	0.35	φ0.23	570	4	φ0.19	720	4	1-4	双层链式	—	电抗器
顶扇	350		220	4	88	49	25	16/22	0.35	φ0.21	720	4	φ0.17	930	4	1-4	单层链式	1、2	电抗器 8
	400		220	4	88	49	35	16/22	0.35	φ0.23	570	4	φ0.19	720	4	1-4	单层链式	1、2	电抗器 9
吊扇	900	47	220	14	118	23	23	28/45	0.25	φ0.23	382	14	φ0.19	506	14	1 3	双层链式	1	无
	1200	63	220	18	134.75	25	25	36/48	0.25	φ0.27	280	18	φ0.25	328	18	1-3	双层链式	2	电抗器 11
	1400	77	220	18	138.8	28	28	36/48	0.25	φ0.29	236	18	φ0.25	323	18	1-3 1-4	双层链式	4	电抗器 12
					136.6	32	32	36/48	0.50	φ0.31	440	18	φ0.25	620	18	1-3	双层链式	2	无
排气扇	400	150	220	4	102	60	36	24/18	0.35	φ0.31	260	6	φ0.31	260	6	1-3 1-5/4	单层交叉式	4	无
	500	350	220	4	120	72	40	24/20	0.30	φ0.29	295	6	φ0.23	510	6	1-4 2-5	单层链式	2	无
							56	24/18	0.25	φ0.47	105	6	φ0.35	170	6	1-6	单层链式	6	无

附录 B-23　电风扇调速用电抗器技术数据

序号	风扇类型	规格(mm)	电动机类型	铁心尺寸				调速线圈		电枢线圈		
				形式	外形尺寸(mm)	窗口尺寸(mm)	厚度(mm)	线规(mm)	线圈匝数	线规(mm)	线圈匝数	电压(V)
1	台扇	260	罩极式	U	ϕ10	—	—	ϕ0.17	1600	—	—	—
2	台扇	250	电容运转	E	—	—	—	ϕ0.17	1400+200+200	ϕ0.17	72+600	6.3
3	台扇	300	罩极式	E	63.4×60.3	38.1×12.7	13	ϕ0.27	750+100	—	—	—
4	台扇	300	电容运转	E	—	—	—	ϕ0.17	1100+250+200	ϕ0.17	70+300	6.3
5	台扇	350	电容运转	E	ϕ57	12	18	ϕ0.21	800+350+250	ϕ0.19	70	4
6	台扇	400	罩极式	E	63.4×60.3	38.1×12.7	17	ϕ0.41	380+70	—	—	—
7	台扇	400	电容运转	E	ϕ57	12	18	ϕ0.23	640+300+200	ϕ0.19	65	4
8 9	顶扇	350 400	罩极式 罩极式	E E	ϕ57	12	18	ϕ0.23 ϕ0.29	200+850+350 190+520+220	ϕ0.19	70 65	4
10	吊扇	900	罩极式	E	63.4×60.3	38.1×12.7	18	ϕ0.38	250+100+100 +100+100+100	— —	— —	— —
11	吊扇	1200	电容运转	E	63.4×60.3	38.1×12.7	18	ϕ0.27	380+120+110 +100+100+100	— —	— —	— —
12	吊扇	1400	电容运转	全封闭	—	—	20	ϕ0.38	414+69+81 +43+73+88	— —	— —	— —

附录 B-24 电风扇用单相罩极异步电动机技术数据

风扇类型	规格(mm)	电动机类型	额定功率(W)	额定电压(V)	极数	定子铁心			定转子槽数 z_1/z_2	气隙(mm)	定子绕组					调速方法
						外径	内径	长度			绕组型式	线规(mm)	每极匝数	线圈数	线圈节距	
						(mm)										
台扇	200	单相罩极异步电动机	32	220	2	60	30	25	/15	0.35	集中式	ϕ0.17	1270	2	—	电抗器 1
台扇	300	单相罩极异步电动机	52	220	4	59	28	32	/15	0.35	集中式	ϕ0.19	800+500	2	—	抽头法
台扇	400	单相罩极异步电动机	80	220	4	88	44.7	32	/17	0.35	集中式	ϕ0.27	510	4	—	电抗器 3
						108/95.7	51	32	/22	0.35	集中式	ϕ0.47	450	4	—	电抗器 6
吊扇	900		70	220	4	123.6	51	30	/57	0.3	集中式	ϕ0.38	550	6	—	电抗器 10

附录 B-25 轴流扇、转页扇用单相异步电动机技术数据

规格型号(mm)	电压(V)	频率(Hz)	极数	定子铁心		主绕组			辅助绕组			电动机转向	电容器容量(μF)
				长度(mm)	槽数	线规(mm)	线圈匝数	线圈数	线规(mm)	线圈匝数	线圈数		
400 轴流风扇	220	50	6	55	24	ϕ0.38	205	12	ϕ0.38	205	12	双向转	6
400 轴流风扇	220	50	6	55	24	ϕ0.38	205	12	ϕ0.27	416	12	单向转	2.5
400 轴流风扇	220	60	6	55	24	ϕ0.38	200	12	ϕ0.38	205	12	双向转	6
300 转页扇主电机	220	50	4	20	10	ϕ0.18	800	4	ϕ0.18	880	4	单向转	—
50TVS-JB-01 转页扇微电机	220	3W	12	磁钢 ϕ23×8		ϕ0.03×0.05	—	出轴转速 6r/min	—	—	—	—	—
50TVS-JB-02 转页扇微电机	220	3W	12	磁钢 ϕ23×8		ϕ0.03×0.05	—	出轴转速 33r/min	—	—	—	—	—
M125917 转页扇微电机	220~240	3W	12	磁钢 ϕ23×8		ϕ0.03×0.05	—	出轴转速 33r/min	—	—	—	—	—

附录 B-26 XDC、JXX、XD 型洗衣机用单相异步电动机技术数据

电动机型号	额定功率 (W)	定子铁心 (mm)			定转子槽数 z_1/z_2	气隙 (mm)	主绕组				辅助绕组				电容器容量 (μF)
		外径	内径	长度			线径 (mm)	线圈匝数	线圈节距	20℃电阻值(Ω)	线径 (mm)	线圈匝数	线圈节距	20℃电阻值(Ω)	
XDC-X-2	85	方形 101×101	68	39	24/34	0.35	ϕ0.38	170 80	1-6 2-5	33.7	ϕ0.35	170 80	4-9 5-8	38.8	8.5
XDC-T-2	20	方形 101×101	68	19	24/34	0.35	ϕ0.25	310 150	1-6 2 5	109.2	ϕ0.19	455 225	4-9 5 8	27.6	3
JXX-90B	90	方形 124×124	80	25	24/34	0.20	ϕ0.41	107 214	1-7 2-6	37	ϕ0.41	107 214	4-10 5-9	37	8
XD-90	90	方形 120×120	70	30	24/22	0.30	ϕ0.42	220 110	1-6 2-5	32	ϕ0.42	220 110	4-9 5-8	32	6
XD-120	120	方形 120×120	70	35	24/22	0.30	ϕ0.45	161 118	1-6 2-5	24.8	ϕ0.45	161 118	4-9 5-8	24.8	10
XD-180	180	方形 120×120	70	45	24/22	0.30	ϕ0.53	160 80	1-6 2-5	18.5	ϕ0.53	160 80	4-9 5-8	18.5	12
XD-250	250	方形 120×120	70	60	24/22	0.30	ϕ0.56	96 69	1-6 2-5	12.5	ϕ0.56	96 69	4-9 5-8	12.5	16
XD-90	90	方形 107×107	65	35	24/30	0.30	ϕ0.38	200 100	1-6 2-5	38.4	ϕ0.38	200 100	4-9 5-8	38.4	8
XD-120	120	方形 107×107	65	40	24/30	0.30	ϕ0.41	176 88	1-6 2-5	27	ϕ0.41	176 88	4-9 5-8	27	10

附录 B-27　XDL、XDS 型洗衣机用单相电容电动机技术数据

电动机型号	额定功率(W)	额定电压(V)	额定电流(A)	转速(r/min)	定子铁心 (mm)			定转子槽数 z_1/z_2	气隙(mm)	正转定子绕组			反转定子绕组			堵转电流(A)	电容器容量(μF)
					外径	内径	长度			线径(mm)	每极匝数	线圈节距	线径(mm)	每极匝数	线圈节距		
XDL-90	90	220	0.88	1370	107	68	34	24/34	0.35	φ0.35	296	1-7 2-6	φ0.35	296	1-7 2-6	2.0	8
XDS-90	90	220	0.88	1370	107	68	34	24/34	0.35	φ0.35	296	1-7 2-6	φ0.35	296	1-7 2-6	2.0	8
XDL-120	120	220	1.1	1370	107	68	40	24/34	0.35	φ0.38	253	1-7 2-6	φ0.38	253	1-7 2-6	2.5	9
XDS-120	120	220	1.1	1370	107	68	40	24/34	0.35	φ0.38	253	1-7 2-6	φ0.38	253	1-7 2-6	2.5	9
XDL 180	180	220	1.54	1370	107	68	50	24/34	0.35	φ0.45	195	1-7 2-6	φ0.45	195	1-7 2-6	4.0	12
XDS-180	180	220	1.54	1370	107	68	50	24/34	0.35	φ0.45	195	1-7 2-6	φ0.45	195	1-7 2-6	4.0	12
XDL-250	250	220	2.0	1370	107	68	62	24/34	0.35	φ0.50	156	1-7 2-6	φ0.50	156	1-7 2-6	5.5	16
XDS-250	250	220	2.0	1370	107	68	62	24/34	0.35	φ0.50	156	1-7 2-6	φ0.50	156	1-7 2-6	5.5	16

附录 B-28　YYKF 型空调器风扇单相电容运转电动机技术数据

型号	输出功率(W)	额定电压(V)	转速 (r/min)		铁心数据 (mm)		定转子槽数 z_1/z_2	气隙(mm)	主绕组			辅助绕组 Ⅰ			辅助绕组 Ⅱ			调速绕组			电容器容量(μF)
			高速	低速	外径	长度			线径(mm)	线圈匝数	线圈节距	线径(mm)	线圈匝数	线圈节距	线径(mm)	线圈匝数	线圈节距	线径(mm)	线圈匝数	线圈节距	
YYKF 120-4	120	220	1200	1000	139.8	40	36/44	0.3	ϕ 0.42	139 123 88	1-9 2-8 3-7	ϕ 0.31	88 220 280	1-10 2-9 3-8	ϕ 0.31	220 88	2-9 3-8	ϕ 0.42	35 31 24	1-9 2-8 3-7	6/450
YYKF 120-4	120	380	1200	1000	139.8	40	36/44	0.3	ϕ 0.33	227 198 143	1-9 2-8 3-7	ϕ 0.29	175 207 218	1-10 2-9 3-8	ϕ 0.29	207 175	2-9 3-8	ϕ 0.29	58 50 36	1-9 2-8 3-7	3/550

附录 B-29　电动剃须刀直流串励电动机技术数据

电动机型式	额定电压(V)	空载电流(mA)	额定转速(r/min)	额定电流 (mA)		电源种类	电枢					磁钢			
				剃刀工作	轧刀工作		直径 D_a(mm)	长度 L_a(mm)	槽数	线圈线径(mm)	线圈匝数	外径(mm)	内径(mm)	间隙(mm)	表面磁感应强度(Gs)
卧式	3	140	5500～6500	＜220	＜280	5 号干电池或交流整流器	23.5	6.5	3	ϕ0.25	120	34.5	10.5	1.0	700～800
直筒式	1.5	200	4500～5500	＜400		1 号干电池	21.5	9.0	3	ϕ0.35	86	30	23	1.5	750 左右

附录 B-30　吸尘器用单相串励电动机技术数据

型号	额定功率（W）	额定电压（V）	定子铁心			定子绕组			电枢							真空度（Pz）	风量（m³/min）
			外径（mm）	内径（mm）	长度（mm）	线径（mm）	每极匝数	线圈数	线径（mm）	线圈匝数	线圈节距	线圈数	槽数	换向片数	换向器节距		
WX-4A	170	220	56	31	35	ϕ0.31	297	2	ϕ0.21	44	1-5	4	9	27	1-2	3500	0.7
WX-4A	200	220	—	—	—	ϕ0.31	330	2	ϕ0.21	50	1-5	4	10	20	1-2	4000	0.8
BTX-11B	370	220	63	34	16	ϕ0.44	192	2	ϕ0.31	25	1-6	4	12	24	1-2	8000	1.1
BTX	400	220	—	—	—	ϕ0.53	190	2	ϕ0.38	22	1-6	6	12	36	1-2	9000	1.25
BTX	600	220	—	—	—	ϕ0.53	160	2	ϕ0.38	23	1-6	4	12	24	1 2	14000	1.6
TX8A-62	620	220	88	47	21	ϕ0.50	160	2	ϕ0.35	24	—	4	22	22	1-2	14000	1.8
VC6ZO	620	220	88	47	21	ϕ0.50	160	2	ϕ0.35	24	—	4	22	22	1-2	14000	1.8
TX8A-80	800	220	95	48	28	ϕ0.60	200	2	ϕ0.40	18	—	4	12	24	1-2	18000	1.9
TX8A-80	800	220	—	—	—	ϕ0.67	136	2	ϕ0.47	17	1-6	4	12	24	1-2	18000	1.9
TX8A-80	1000	220	95	48	34	ϕ0.70	160	2	ϕ0.50	18	1-6	4	12	24	1-2	19000	2.0
WX-10A	1000	220	95	48	34	ϕ0.70	160	2	ϕ0.50	18	1-6	4	12	24	1-2	19000	2.0

附录 B-31 家用电动缝纫机用单相串励电动机技术数据

型号	输入功率(W)	电压(V)	电流(A)	转速(r/min)	定子铁心 外径(mm)	定子铁心 内径(mm)	定子铁心 长度(mm)	定子绕组 线径(mm)	定子绕组 每极匝数	电枢 线径(mm)	电枢 线圈匝数	电枢 线圈节距	电枢 槽数	电枢 换向片数	电枢 换向器节距	调速方式
JF-6028	60	220	0.3	8000	—	—	27	ϕ0.23	480	ϕ0.15	100	1-11	11	22	1-2	电阻
JF-8025	80	220	0.4	5000	—	—	27	ϕ0.23	480	ϕ0.15	100	1-11	11	22	1-2	电阻
JF-1025	100	220	0.5	7000	—	—	27	ϕ0.25	450	ϕ0.17	90	1-11	11	22	1-2	电阻
79-40Y75	75	220	0.37	6000	63	35.8	29	ϕ0.23	620	ϕ0.17	70	1-6	12	24	1-2	电阻
79-40Y100	100	220	0.49	5000	63	35.8	29	ϕ0.25	460	ϕ0.18	75	1-6	12	24	1-2	电阻
79-40Y130	130	220	0.63	7200	63	35.8	31	ϕ0.27	360	ϕ0.19	65	1-6	12	24	1-2	电阻

附录 B-32 电吹风用电动机及电热元件技术数据

电动机型式	额定功率(W)	额定电压(V)	电热丝 线径(mm)	电热丝 电阻(Ω)	电动机 功率(W)	电动机 电流(A)	电动机 转速(r/min)	定子 线径(mm)	定子 匝数×线圈数	定子 铁心叠厚(mm)	气隙(mm)	转子 线径(mm)	转子 匝数×线圈数	转子 线圈节距
串励式	450	220	ϕ0.25	120	22.5	0.11	14500	ϕ0.10	1800×2	16	0.25	ϕ0.08	450×8	1-4
	550	220	ϕ0.27	105	29	0.15	3500	ϕ0.11	1300×2	24	0.30	ϕ0.09	300×8	1-4
	550	220	ϕ0.27	105	28	0.15	3500	ϕ0.12	1200×2	20	0.30	ϕ0.09	250×8	1-4
罩极式	450	220	ϕ0.27	115	24	0.15	2800	ϕ0.14	1700×2	20.5	0.25	ϕ2.8	罩极	—
	450	220	ϕ0.27	105	25	0.16	2500	ϕ0.15	1600×2	19	0.30	ϕ2.64	罩极	—
	550	220	ϕ0.315	100	24	0.26	2800	ϕ0.21	2100×2	18	0.30	ϕ2.34	罩极	—
	550	220	ϕ0.31	98	24	0.26	2500	ϕ0.21	2300×2	18	0.30	ϕ2.34	罩极	—

附录 B-33　国产压缩机用单相电阻起动异步电动机技术数据(一)

生产厂		北京电冰箱厂					
压缩机组(冰箱)型号		LD-5801		QF-21-75		QF-21-93	
额定电压(V)		220		220		220	
额定电流(A)		1.4		0.9		1.2	
输出功率(W)		93		75		93	
额定转速(r/min)		1450		2850		2850	
定子绕组 (采用 QF 漆包线)		运行	起动	运行	起动	运行	起动
导线直径(mm)		0.64	0.35	0.59	0.31	0.64	0.35
线圈匝数	最小圈	71	—	45	—	43	—
	小圈	96	30	87	40	62	33
	中圈	125	40	101	60	80	41
	大圈	65	50	117	70	93	45
	最大圈	—	—	120	200^{-140}_{60}	101	$101^{\pm 76}_{25}$
绕组总匝数		375×4	123×4	470×2	370×2	379×2	220×2
绕组电阻值(Ω)		17.32	20.8	16.3	45.36	—	—
线圈节距	最小圈	3	—	3	—	3	—
	小圈	5	5	5	5	5	5
	中圈	7	7	7	7	7	7
	大圈	9	9	9	9	9	9
	最大圈	—	—	11	11	11	11
定子铁心槽数		32		24		24	
定子铁心叠厚(mm)		28		25		36	

（续）

生产厂		北京冰箱压缩机厂 （北京第二轻工机械厂）				常熟机械总厂	
压缩机组（冰箱）型号		QF-21-65		QF-21-100		QZD-3.4	
额定电压（V）		220		220		220	
额定电流（A）		0.7		0.8		0.6	
输出功率（W）		65		100		75（输入）	
额定转速（r/min）		2850		2850		2850	
定子绕组 （采用QF漆包线）		运行	起动	运行	起动	运行	起动
导线直径（mm）		0.30	0.29 （0.33）	0.6	0.32	0.45	0.31
线圈匝数	最小圈	59 （64）	—	53	—		—
	小圈	79 （84）	57 （39）	72	45	88	36
	中圈	95 （101）	64 （45）	88	55	112	48
	大圈	105 （113）	74 （50）	114	59	137	188^{+124}_{-64}
	最大圈	105 （113）	87 （152^{+107}_{-54}）	114	195^{+127}_{-68}	137	141^{+100}_{-41}
绕组总匝数		443×2 （445）	242×2 （286）	441×2	354×2	474×2	413×2
绕组电阻值（Ω）		—	—	—	—	30.13	53.9
线圈节距	最小圈	3	—	3	—	—	—
	小圈	5	5	5	5	5	5
	中圈	5	7	7	7	7	7
	大圈	9	9	9	9	9	9
	最大圈	11	11	11	11	11	11
定子铁心槽数		24		24		24	
定子铁心叠厚（mm）		30±0.5		30±0.5		30±0.5	

附录 B-34 国产压缩机用单相电阻起动异步电动机技术数据(二)

生产厂		天津医疗器械厂					
压缩机组(冰箱)型号		LD-1-6		5608- Ⅰ		5608- Ⅱ	
额定电压(V)		220		220		220	
额定电流(A)		1.1		1.6		1.6	
输出功率(W)		93		125		125	
额定转速(r/min)		2850		1450		1450	
定子绕组(采用 QF 漆包线)		运行	起动	运行	起动	运行	起动
导线直径(mm)		0.64	0.35	0.7	0.37	0.72	0.35
线圈匝数	最小圈	—	—	62	33	59	—
	小圈	65	41	91	54	61	34
	中圈	85	50	101	65	81	46
	大圈	113	120^{+95}_{-20}	—	—	46	50
	最大圈	113	117^{+97}_{-20}	—	—	—	—
绕组总匝数		376×2	323×2	363×4	157×4	247×4	130×1
绕组电阻值(Ω)		12	33	14	27.2	10.44	23.25
线圈节距	最小圈	—	—	3	3	3	—
	小圈	5	5	5	5	5	5
	中圈	7	7	7	7	7	7
	大圈	9	9	—	—	9	9
	最大圈	11	11	—	—	—	—
定子铁心槽数		24		32		32	
定子铁心叠厚(mm)		35		—		—	

（续）

生产厂		沈阳医疗器械厂					
压缩机组(冰箱)型号		FB-515		FB-516 517(Ⅰ)		FB-505	
额定电压(V)		220		220		220	
额定电流(A)		1.2～1.5		1.3～1.7		0.7	
输出功率(W)		93		65		65	
额定转速(r/min)		1450		2860		2860	
定子绕组（采用QF漆包线）		运行	起动	运行	起动	运行	起动
导线直径(mm)		0.60	0.38	0.64	0.38	0.51	0.31
线圈匝数	最小圈	—	—	—	—	88	53
	小圈	90	—	90	18	53	53
	中圈	118	41	110	35	131	79
	大圈	122	102	137	95	131	79
	最大圈	—	—	—	—	175	104
绕组总匝数		330×4	143×4	337×4	148×4	618×2	368×2
绕组电阻值(Ω)		19～20	24～25	14～16			
线圈节距	最小圈	—	—	—	—	3	3
	小圈	3	—	3	3	5	5
	中圈	5	5	5	5	7	7
	大圈	7	7	7	7	9	9
	最大圈	—	—	—	—	11	11
定子铁心槽数		32		32		24	
定子铁心叠厚(mm)		28		28		30	

附录 B-35　部分进口电冰箱用压缩机单相电动机技术数据

生产厂		日本日立公司		日本日立公司	
压缩机组(冰箱)型号		HQ-651-BR		V1001R	
额定电压(V)		220～242		220	
额定电流(A)		1.0		0.91	
输出功率(W)		62		93	
额定转速(r/min)		2850		2850	
定子绕组 (采用 QF 耐氟漆包线)		运行	起动	运行	起动
导线直径(mm)		0.62	0.31	0.62	0.38
线圈匝数	最小圈	—	—	71	—
	小圈	58	—	81	43
	中圈	76	64	99	52
	大圈	102	72	116	60
	最大圈	108	82	104	66
绕组总匝数		344×2	218×2	471×2	221×2
绕组电阻值(Ω)		15	37	19.15	24
定子槽数		24	—	24	—
线圈节距	最小圈	—	—	3	—
	小圈	5	—	5	5
	中圈	7	7	7	—
	大圈	9	9	9	—
	最大圈	11	11	11	—
电动机类型		电阻(分相)起动		电阻(分相)起动	

(续)

生产厂		日本东芝公司		原苏联“波留沙-10”	
压缩机组(冰箱)型号		KL 12M		JIXK-240	
额定电压(V)		—		—	
额定电流(A)		—		—	
输出功率(W)		—		—	
额定转速(r/min)		—		—	
定子绕组 (采用 QF 耐氟漆包线)		运行	起动	运行	起动
导线直径(mm)		0.57	0.41	0 61	0.38
线圈匝数	最小圈	—	—	—	—
	小圈	80	—	64	34
	中圈	106		92	43
	大圈	110	128	108	139^{+98}_{-41}
	最大圈	118	130	120	140^{+98}_{42}
绕组总匝		414×2	258×2	384×2	356×2
绕组电阻值(Ω)		8.5+8.5	20.5	15	44
定子槽数		24	—	24	—
线圈节距	最小圈		—	—	—
	小圈	5	—	5	5
	中圈	7	—	7	7
	大圈	9	9	9	9
	最大圈	11	11	11	11
电动机类型		电容起动		—	

附录 B-36 单相罩极式电动吹风机技术数据

功率(W)	额定电压(V)	额定电流(A)	转速(r/min)	定子铁心			槽数	主绕组					辅助绕组				
				外径 (mm)	内径 (mm)	长度 (mm)		线径(mm)	线圈匝数	线圈节距	绕组型式	线圈数	线径(mm)	线圈匝数	线圈节距	绕组型式	线圈数
92	220/110	0.65/1.3	2800	100	48	38	16	φ0.31	100	1-5	单层链式	4	φ0.93	3	{8-13, 9-14} {16-5, 1-6}	单层链式	2
184	220/110	2.4/4.8	2800	120	63	55	20	φ0.6	76	1-6	单层链式	5	φ1.12	3	{10-16, 11-17} {20-6, 1-7}	单层链式	2
184	220/110	2.4/4.8	2800	120	63	55	18	φ0.6	93	1-9 2-8 3-7	单层同心	3	φ0.72	10	—	单层链式	4
368	220/110	3.5/6.1	2800	140	76	55	24	φ0.62	—	1-9	单层链式	5	φ1.82	2	{4-15, 5-14} {16-3, 17-2}	单层同心	2
368	220/110	3.5/7	2800	135	76	55	24	φ0.62	—	1-8	单层链式	6	φ1.75	2	{6-13, 7-14} {18-1, 19-2}	单层链式	2
368	220/110	3.5/7	2800	132	76	47	24	φ0.62	70	1-8	单层链式	5	φ1.85	2	{6-14, 7-15} {18 2, 19-3}	单层链式	2

（续）

功率(W)	额定电压(V)	额定电流(A)	转速(r/min)	定子铁心(mm)			槽数	土 绕 组					辅助绕组				
				外径	内径	长度		线径(mm)	线圈匝数	线圈节距	绕组型式	线圈数	线径(mm)	线圈匝数	线圈节距	绕组型式	线圈数
200	220/110	1.5/3	2800	130	68	62	16	φ0.44	140	1-8 2-7 3-6	单层同心	3	φ1.82	2	—	单层链式	1
200	220/110	1.2/2.4	2800	100	60	50	24	φ0.51	78	1-8	单层链式	5	φ1.2	5	—	单层链式	1
200	220/110	2.5/5	2850	120	66	45	24	φ0.62	70	1-8	单层链式	6	φ1.35	3	{12-20, 13-21} {24-8, 1-9}	单层链式	2
249	220/110	3/6	2800		86	55	24	φ0.67	—	—	单层同心	5	φ1.48	2	{12-18, 13-19} {24-6, 1-7}	单层链式	2
270	220/110	3/6	2800	105	75	54	24	φ0.69	80	1-8	单层链式	5	φ1.88	3	{6-13, 7-14} {18-1, 19-2}	单层链式	2
368	220/100	3/6	2800	140	75	50	24	φ0.62	—	1 9	单层链式	5	φ1.86	2	{3-13, 4-14} {5-1, 16-2}	单层链式	2

附录 B-37　圆电磁线常用数据

铜导线规格		直流电阻 20℃不大于 (Ω/m)	聚酯漆包线		双线包线最大外径 (mm)	丝漆包线最大外径(mm)				玻璃丝包线最大外径(mm)	
线径 (mm)	标称截面积(mm^2)		最大外径 (mm)	近似重量 (kg/km)		单丝包油性漆包线	双丝包油性漆包线	单丝包聚酯漆包线	双丝包聚酯漆包线	单玻璃丝包漆包线	双玻璃丝包漆包线
0.05	0.001964	10.08	0.065	0.0180	0.16	0.14	0.18	0.14	0.18	—	—
0.06	0.00283	6.851	0.080	0.0280	0.17	0.15	0.19	0.16	0.20	—	—
0.07	0.00385	4.958	0.090	0.0380	0.18	0.16	0.20	0.17	0.21	—	—
0.08	0.00503	3.754	0.100	0.0490	0.19	0.17	0.21	0.18	0.22	—	
0.09	0.00636	2.940	0.110	0.0620	0.20	0.18	0.22	0.19	0.23	—	—
0.10	0.00785	2.466	0.125	0.0750	0.21	0.19	0.23	0.20	0.24	—	—
0.11	0.00950	2.019	0.135	0.0910	0.22	0.20	0.24	0.21	0.25	—	—
0.12	0.01131	1.683	0.145	0.1073	0.23	0.21	0.25	0.22	0.26	—	—
0.13	0.01327	1.424	0.155	0.1253	0.24	0.22	0.26	0.23	0.27	—	—
0.14	0.01539	1.221	0.165	0.145	0.25	0.23	0.27	0.24	0.28	—	—
0.15	0.01767	1.059	0.180	0.166	0 26	0.24	0.28	0.25	0.29	—	—
0.16	0.0201	0.9264	0.190	0.188	0.28	0.26	0.30	0.28	0.32	—	—
0.17	0.0227	0.8175	0.200	0.212	0.29	0.27	0.31	0.29	0.33	—	—
0.18	0.0254	0.7267	0.210	0.237	0.30	0.28	0 32	0.30	0.34	—	—
0.19	0.0284	0.6503	0.220	0.263	0.31	0.29	0.33	0.31	0.35	—	—
0.20	0.0314	0.5853	0.230	0.290	0.32	0.30	0.35	0.32	0.36	—	—
0.21	0.0346	0.5296	0.240	0.320	0.33	0.32	0.36	0.33	0.37	—	—

（续）

铜导线规格		直流电阻20℃不大于(Ω/m)	聚酯漆包线		双线包线最大外径(mm)	丝漆包线最大外径(mm)				玻璃丝包线最大外径(mm)	
线径(mm)	标称截面积(mm²)		最大外径(mm)	近似重量(kg/km)		单丝包油性漆包线	双丝包油性漆包线	单丝包聚酯漆包线	双丝包聚酯漆包线	单玻璃丝包漆包线	双玻璃丝包漆包线
0.23	0.0415	0.4396	0.265	0.383	0.36	0.35	0.39	0.36	0.41	—	—
0.25	0.0491	0.3708	0.290	0.452	0.38	0.37	0.42	0.38	0.43	—	—
0.28	0.0616	0.3052	0.320	0.564	0.41	0.40	0.45	0.41	0.46	—	—
0.31	0.0755	0.2473	0.35	0.690	0.44	0.43	0.48	0.44	0.49	—	—
0.33	0.0855	0.2173	0.37	0.780	0.47	0.46	0.51	0.48	0.53	—	—
0.35	0.0962	0.1925	0.39	0.876	0.49	0.48	0.53	0.51	0.55	—	—
0.38	0.1134	0.1626	0.42	1.030	0.52	0.51	0.56	0.53	0.58	—	—
0.40	0.1257	0.1463	0.44	1.165	0.54	0.53	0.58	0.55	0.60	—	—
0.42	0.1835	0.1324	0.46	1.290	0.56	0.56	0.60	0.57	0.62	—	—
0.45	0.1590	0.1150	0.49	1.415	0.59	0.58	0.63	0.60	0.65	—	—
0.47	0.1735	0.1052	0.51	1.570	0.61	0.60	0.65	0.62	0.67	—	—
0.50	0.1964	0.09269	0.54	1.834	0.64	0.63	0.68	0.65	0.70	—	—
0.53	0.221	0.08231	0.58	2.010	0.67	0.67	0.72	0.69	0.74	0.73	0.79
0.56	0.246	0.07357	0.61	2.269	0.70	0.70	0.75	0.72	0.77	0.76	0.82
0.60	0.283	0.06394	0.65	2.581	0.74	0.74	0.79	0.76	0.81	0.80	0.86
0.63	0.312	0.05790	0.68	2.813	0.77	0.77	0.83	0.79	0.84	0.83	0.89
0.67	0.353	0.05109	0.72	3.199	0.82	0.82	0.87	0.85	0.90	0.88	0.93

（续）

铜导线规格		直流电阻20℃不大于(Ω/m)	聚酯漆包线		双线包线最大外径(mm)	丝漆包线最大外径(mm)				玻璃丝包线最大外径(mm)	
线径(mm)	标称截面积(mm²)		最大外径(mm)	近似重量(kg/km)		单丝包油性漆包线	双丝包油性漆包线	单丝包聚酯漆包线	双丝包聚酯漆包线	单玻璃丝包漆包线	双玻璃丝包漆包线
0.71	0.396	0.04608	0.73	3.575	0.86	0.86	0.91	0.89	0.94	0.93	0.98
0.75	0.442	0.03904	0.81	3.998	0.91	0.91	0.97	0.94	1.00	0.97	1.02
0.80	0.503	0.03351	0.86	4.569	0.96	0.96	1.02	0.99	1.05	1.02	1.07
0.85	0.567	0.03192	0.91	5.189	1.01	1.01	1.07	1.04	1.10	1.07	1.12
0.90	0.636	0.02842	0.96	5.865	1.06	1.06	1.12	1.09	1.15	1.12	1.17
0.95	0.700	0.02546	1.01	6.711	1.11	1.11	1.17	1.14	1.20	1.17	1.22
1.00	0.785	0.02294	1.07	7.156	1.18	1.18	1.24	1.22	1.28	1.25	1.29
1.06	0.882	0.02058	1.14	8.245	1.25	1.25	1.31	1.28	1.34	1.31	1.35
1.12	0.958	0.01839	1.20	8.910	1.31	1.31	1.37	1.34	1.40	1.37	1.41
1.18	1.094	0.01654	1.26	9.782	1.37	1.37	1.43	1.40	1.46	1.43	1.47
1.25	1.227	0.01471	1.33	11.10	1.44	1.44	1.50	1.47	1.53	1.50	1.54
1.30	1.327	0.01358	1.38	12.00	1.49	1.49	1.55	1.52	1.58	1.55	1.59
1.35	1.431	0.01282	1.43	12.90	1.59	1.59	1.65	1.62	1.68	1.65	1.69
1.40	1.539	0.01169	1.48	13.90	1.69	1.69	1.75	1.72	1.78	1.75	1.81
1.50	1.767	0.01016	1.58	15.99	1.80	1.80	1.87	1.83	1.90	1.87	1.91
1.60	2.01	0.008915	1.69	18.40	1.90	1.90	1.97	1.93	2.00	1.97	2.01
1.70	2.27	0.007933	1.79	20.37	2.00	2.00	2.07	2.03	2.10	2.07	2.11

（续）

铜导线规格		直流电阻20℃不大于(Ω/m)	聚酯漆包线		双线包线最大外径(mm)	丝漆包线最大外径(mm)				玻璃丝包线最大外径(mm)	
线径(mm)	标称截面积(mm^2)		最大外径(mm)	近似重量(kg/km)		单丝包油性漆包线	双丝包油性漆包线	单丝包聚酯漆包线	双丝包聚酯漆包线	单玻璃丝包漆包线	双玻璃丝包漆包线
1.80	2.54	0.007064	1.89	22.81	1.98	2.00	2.07	2.03	2.10	2.07	2.11
1.90	2.84	0.006331	1.99	25.40	2.08	2.10	2.17	2.13	2.20	2.17	2.21
2.00	3.14	0.005706	2.09	28.20	2.18	2.20	2.27	2.23	2.30	2.27	2.31
2.12	3.53	0.005071	2.21	31.40	2.30	2.32	2.39	2.35	2.42	2.39	2.48
2.24	3.94	0.004057	2.33	36.00	2.42	2.44	2.51	2.47	2.54	2.51	2.60
2.36	4.37	0.004100	2.45	41.23	2.54	2.56	2.63	2.50	2.66	2.63	2.72
2.50	4.91	0.003648	2.59	44.51	2.68	2.70	2.77	2.73	2.80	2.77	2.86

附录 B-38 常用电磁线的选用表

耐热等级	电磁线名称型号	用途
B	双玻璃丝包聚酯漆包线 SBEQZB 单、双玻璃丝包单层聚酯薄膜绕包线 MBB-1 单、双玻璃丝包双层聚酯薄膜绕包线 MBB-2	适用于脉冲过电压<500V 适用于脉冲过电压<500～1000V 适用于脉冲过电压>1000V
F	双玻璃丝包聚酯亚胺漆包线 SBEQZYB	适用于脉冲过电压 500～1000V

附录 B-39　漆包圆铜线常用数据

裸导线直径(mm)	允许公差(mm)	裸导线截面积(mm^2)	20℃时直流电阻计算值(Ω/km)	漆包线最大外径(mm)		漆包线近似重量(kg/km)	
				Q	QZ、QQ QY、QXY QQS	Q	QZ、QQ QY、QXY QQS
0.020	±0.002	0.00031	55587	—	0.035	—	—
0.025	±0.002	0.00049	35574	—	0.040	—	—
0.030	±0.003	0.00071	24704	—	0.045	—	—
0.040	±0.003	0.00126	13920	—	0.055	—	—
0.050	±0.003	0.00196	8949	0.065	0.065	0.019	0.022
0.060	±0.003	0.00283	6198	0.075	0.090	0.027	0.029
0.070	±0.003	0.00385	4556	0.085	0.100	0.036	0.039
0.080	±0.003	0.00503	3487	0.095	0.110	0.047	0.050
0.090	±0.003	0.00636	2758	0.105	0.120	0.059	0.063
0.100	±0.005	0.00785	2237	0.120	0.130	0.073	0.076
0.110	±0.005	0.00950	1846	0.130	0.140	0.088	0.092
0.120	±0.005	0.01131	1551	0.140	0.150	0.104	0.108
0.130	±0.005	0.01327	1322	0.150	0.160	0.122	0.126
0.140	±0.005	0.01539	1139	0.160	0.170	0.141	0.145
0.150	±0.005	0.01767	993	0.170	0.190	0.162	0.167
0.160	±0.005	0.0201	872	0.180	0.200	0.184	0.189
0.170	±0.005	0.0227	773	0.190	0.210	0.208	0.213
0.180	±0.005	0.0255	689	0.200	0.220	0.233	0.237
0.190	±0.005	0.0284	618	0.210	0.230	0.259	0.264

（续）

裸导线直径(mm)	允许公差(mm)	裸导线截面积(mm^2)	20℃时直流电阻计算值(Ω/km)	漆包线最大外径(mm)		漆包线近似重量(kg/km)	
				Q	QZ、QQ QY、QXY QQS	Q	QZ、QQ QY、QXY QQS
0.200	±0.005	0.0314	558	0.225	0.240	0.287	0.292
0.210	±0.005	0.0346	506	0.235	0.250	0.316	0.321
0.230	±0.005	0.0415	422	0.255	0.280	0.378	0.386
0.250	±0.005	0.0491	357	0.275	0.300	0.446	0.454
0.270	±0.010	0.0573	306	0.31	0.32	0.522	0.529
0.290	±0.010	0.0661	265	0.33	0.34	0.601	0.608
0.31	±0.010	0.0755	232	0.35	0.36	0.689	0.693
0.33	±0.010	0.0855	205	0.37	0.38	0.780	0.784
0.35	±0.010	0.0962	182	0.39	0.41	0.876	0.884
0.38	±0.010	0.1134	155	0.42	0.44	1.03	1.04
0.41	±0.010	0.1320	133	0.45	0.47	1.20	1.21
0.44	±0.010	0.1521	115	0.49	0.50	1.38	1.39
0.47	±0.010	0.1735	101	0.52	0.53	1.57	1.58
0.49	±0.010	0.1886	93	0.54	0.55	1.71	1.72
0.51	±0.010	0.204	85.9	0.56	0.58	1.86	1.87
0.53	±0.010	0.221	79.5	0.58	0.60	2.00	2.02
0.55	±0.010	0.238	73.7	0.60	0.62	2.16	2.17
0.57	±0.010	0.255	68.7	0.62	0.64	2.32	2.34
0.59	±0.010	0.273	64.1	0.64	0.66	2.48	2.50

（续）

裸导线直径(mm)	允许公差(mm)	裸导线截面积(mm^2)	20℃时直流电阻计算值(Ω/km)	漆包线最大外径(mm)		漆包线近似重量(kg/km)	
				Q	QZ、QQ QY、QXY QQS	Q	QZ、QQ QY、QXY QQS
0.62	±0.010	0.302	58.0	0.67	0.69	2.73	2.76
0.64	±0.010	0.322	54.5	0.69	0.72	2.91	2.94
0.67	±0.010	0.353	49.7	0.72	0.75	3.19	3.21
0.69	±0.010	0.374	46.9	0.74	0.77	3.38	3.41
0.72	±0.015	0.401	43.0	0.78	0.80	3.67	3.70
0.74	±0.015	0.430	40.7	0.80	0.83	3.89	3.92
0.77	±0.015	0.466	37.6	0.83	0.86	4.21	4.24
0.80	±0.015	0.503	34.8	0.86	0.89	4.55	4.58
0.83	±0.015	0.541	32.4	0.89	0.92	4.89	4.92
0.86	±0.015	0.581	30.1	0.92	0.95	5.25	5.27
0.93	±0.015	0.636	27.5	0.96	0.99	5.75	5.78
0.93	±0.015	0.679	25.8	0.99	1.02	6.13	6.16
0.96	±0.015	0.724	24.2	1.02	1.05	6.53	6.56
1.00	±0.015	0.785	22.4	1.05	1.11	7.10	7.14
1.04	±0.020	0.850	20.6	1.12	1.15	7.67	7.72
1.08	±0.020	0.916	19.1	1.16	1.19	8.27	8.32
1.12	±0.020	0.985	17.8	1.20	1.23	8.89	8.94
1.16	±0.020	1.057	16.6	1.24	1.27	9.53	9.59

（续）

裸导线直径(mm)	允许公差(mm)	裸导线截面积(mm^2)	20℃时直流电阻计算值(Ω/km)	漆包线最大外径(mm)		漆包线近似重量(kg/km)	
				Q	QZ、QQ QY、QXY QQS	Q	QZ、QQ QY、QXY QQS
1.20	±0.020	1.131	15.5	1.28	1.31	10.2	10.4
1.25	±0.020	1.227	14.3	1.33	1.36	11.1	11.2
1.30	±0.020	1.327	13.2	1.38	1.41	12.0	12.1
1.35	±0.020	1.431	12.3	1.43	1.46	12.9	13.0
1.40	±0.020	1.539	11.3	1.48	1.51	13.9	14.0
1.45	±0.020	1.651	10.6	1.53	1.56	14.9	15.0
1.50	±0.020	1.767	9.93	1.58	1.61	15.9	16.0
1.56	±0.020	1.911	9.17	1.64	1.67	17.2	17.3
1.62	±0.020	2.06	8.50	1.71	1.73	18.5	18 6
1.68	±0.025	2.22	7.91	1.77	1.79	19.9	20.0
1.74	±0.025	2.38	7.37	1.83	1.85	21.4	21.4
1.81	±0.025	2.57	6.81	1.90	1.93	23.1	23.3
1.88	±0.025	2.78	6.31	1.97	2.00	25.0	25.2
1.95	±0.025	2.99	5.87	2.04	2.07	26.8	27.0
2.02	±0.025	3.21	5.47	2.12	2.14	28.9	29.0
2.10	±0.025	3.46	5.06	2.20	2.23	31.2	31.3
2.26	±0.030	4.01	4.37	2.36	2.39	36.2	36.3
2.44	±0.030	4.68	3.75	2.54	2.57	42.1	42.2

附录 B-40　常用电动机引出线的型号和主要用途

标准号	型号	产品名称	主要用途
Q/SL-232-65	JACL-2	二层漆绸，纤维编织腊克电线	适用于交流 380V 及以下的电机，电器线圈用 用于温度为 100℃以下
	JACL-4	四层漆绸，纤维编织腊克电线	
	JACL-6	六层漆绸，纤维编织腊克电线	
	JACL-8	八层漆绸，纤维编织腊克电线	
	JBV	耐热聚氯乙烯绝缘电线	适于交流额定电压 380V 及以下的电机、电器、电表作引出线用，使用温度为 90℃及以下
Q/SL 02-65	JBX	丁基橡胶绝缘电机引出线	适于交流额定电压 500V 及以下电机引出线用，使用温度 80℃及以下
	JBXHF	丁基橡胶绝缘耐燃护套电机引出线	适于交流额定电压 500V 及以下耐燃电机引出线用，使用温度为 80℃及以下
	JHX	硅橡胶绝缘电机引出线	适于交流额定电压 380V 及以下电机引出线用，使用温度为 180℃及以下

附录 B-41　电机引出线截面积数据表

额定电流(A)	引出线截面积(mm²)	额定电流(A)	引出线截面积(mm²)	额定电流(A)	引出线截面积(mm²)	额定电流(A)	引出线截面积(mm²)
6 以下	1	21～30	4	61～90	16	151～190	50
6～10	1.5	31～45	6	91～120	25	191～240	70
11～20	2.5	40～60	10	121～150	35	241～290	95

附录 B-42　常用有溶剂绝缘浸渍漆型号、特性及用途

名称	型号	耐热等级	主要成分	特点及用途
沥青漆	L30-9 1010 1011	A	石油沥青、干性植物油等。溶剂为200号溶剂汽油和二甲苯	耐潮，耐温度变化，适用于不要求耐油的电机、电器线圈的浸渍
甲酚清漆	1014	A～E	甲酚甲醛树脂、亚麻油、桐油等，溶剂为二甲苯、甲苯和部分松节油	易于干燥，具有良好的介电和耐油性，但对油性漆包线有侵蚀作用，适用于电机、电器线圈浸渍
醇酸绝缘漆	1030	B	桐油、亚麻油、松香改性醇酸树脂，溶剂为200溶剂汽油	耐油性和弹性好，漆膜平滑有光泽，适用于要求耐油的电机线圈浸渍，也可作覆盖漆用
丁基酚醛醇酸漆	1031	B	蓖麻油改性醇酸树脂、丁醇改性酚醛树脂，溶剂为二甲苯和200号溶剂汽油	耐热、耐潮、耐霉、介电性能较高，干透性较好，适用于湿热带地区用电机线圈的浸渍
三聚氰胺醇酸漆	1032 A30-1	B	油改性醇酸树脂，丁醇改性三聚氰胺树脂，溶剂为二甲苯和200号溶剂汽油	有较好的耐热，耐潮和介电性能，热固化性好，耐电弧，供湿热带地区电机、电器线圈浸渍用
醇酸玻璃丝包线漆	1230 C34-1	B	干性植物油改性醇酸树脂	耐油性和弹性好，粘结力较强，适用于浸涂玻璃丝包线
环氧酯漆	1033 H30-2	B	亚麻油脂肪酸，环氧树脂和三聚氰胺树脂漆等，溶于二甲苯和丁醇	有较好的耐油、耐热、耐潮和介电性能，机械强度高，适用于湿热带和化工用电机、电器线圈浸渍

（续）

名称	型号	耐热等级	主要成分	特点及用途
环氧醇酸漆	8340 H30-6	B	三聚氰胺树脂，酸性醇酸树脂与环氧树脂共聚物	粘结力强、耐潮性、内干性好，机械强度高，适用于湿热带地区电机线圈的浸渍
聚酯浸渍漆	155 Z30-2	F	干性植物油改性对苯二甲酸聚酯树脂，溶剂为二甲苯和丁醇	耐热性、电气性能较好，粘结力强，供浸渍F级电机、电器线圈用
有机硅浸渍漆	1053 W30-1	H	有机硅树脂，溶剂为一甲苯	耐热性和电气性能较好，供烘干温度较高，供浸渍H级电机、电器线圈用
低热干燥有机硅漆	9111	H	有机硅树脂，固化剂、溶剂为甲苯	耐热性比1053稍差，但烘干温度低、干燥快，用途与1053相同
聚酯改性有机硅漆	931 W30-P	H	聚酯改性有机硅树脂，溶剂为二甲苯	耐潮性和电气性能好，粘结力较强，烘干温度较1053低，如加入固化剂则150 C固化，用途同1053
有机硅玻璃丝包线漆	1152	H	有机硅树脂，溶剂为甲苯或二甲苯	耐潮性和电气性能好，漆膜柔软，机械强度高，供浸涂H级玻璃丝包线
聚酰胺酰亚胺浸渍漆	FAI-Z	H	聚酰胺酰亚胺树脂，溶剂为二甲基乙酰胺，稀释剂为二甲苯	耐热性优于有机硅漆，电气性能优良，耐幅照性好，粘结力强，供浸渍耐高温电机线圈用

附录 B-43　常用无溶剂浸渍绝缘漆型号、特性及用途

名称	型号	耐热等级	主要成分	特点及用途
环氧无溶剂漆	110	B	6101 环氧树脂，桐油酸酐、松节油酸酐、苯乙烯	粘度低，击穿强度高，贮存稳定性好，可用于沉浸小型低压电机，电器线圈
环氧无溶剂漆	672-1	B	672 环氧树脂，桐油酸酐、苄基二甲胺，70 酸酐	挥发物少、固化快，体积电阻高，适于滴浸小型低压电机，电器线圈
环氧无溶剂漆	9102	B	618 或 6101 环氧树脂，桐油酸酐，70 酸酐，903 或 901 固化剂，环氧丙烷丁基醚	挥发物少，固化较快，可用于滴浸小型低压电机电器线圈
环氧无溶剂漆	111	B	6101 环氧树脂、桐油酸酐、松节油酸酐、苯乙烯、二甲基咪唑乙酸盐	粘度低、固化快，击穿强度高，可用于滴浸小型低压电机、电器线圈
环氧无溶剂漆	H30-5	B	苯基苯酚环氧树脂，桐油酸酐，二甲基咪唑	特点及用途与 111 相同
环氧无溶剂漆	594 型	B	618 环氧树脂，594 固化剂，环氧丙烷丁基醚	粘度低，体积电阻高，贮存稳定性好，可用于整浸中型高压电机、电器线圈
环氧无溶剂漆	9101	B	618 环氧树脂、901 固化剂、环氧丙烷丁基醚	粘度低、固化较快，贮存稳定性好，可用于整浸中型高压电机，电器线圈
环氧聚酯无溶剂漆	1034	B	618 环氧树脂，甲基丙烯酸聚酯、不饱和聚酯正钛酸丁酯，过氧化二苯甲酰、萘酸钴、苯乙烯	挥化物较少，固化快，耐霉性较差，用于滴浸小型低压电机，电器线圈
聚丁二烯环氧聚酯无溶剂漆		B	聚丁二烯环氧树脂，甲基丙烯酸聚酯，不饱和聚酯，邻苯二甲酸，二丙烯酯，过氧化二苯甲酰，萘酸钴	粘度较低，挥发物较少，固化较快，贮存稳定性好，用于沉浸小型低压电机，电器线圈

（续）

名称	型号	耐热等级	主要成分	特点及用途
环氧聚酯酚醛无溶剂漆	5152-2	F	6101 环氧树脂，丁醇改性甲酚甲醛树脂，不饱和聚酯，铜油酸酐，过氧化二苯甲酰，苯乙烯	粘度低，击穿强度高，贮存稳定性好，用于沉浸小型低压电机、电器线圈
环氧聚酯无溶剂漆	EIU	F	不饱和聚酯亚胺树脂，618 和 6101 环氧酯，桐油酸酐，过氧化二苯甲酰、苯乙烯，对苯二酚	粘度低，挥发物较少，击穿强度高，贮存稳定性好，用于沉浸小型 F 级电机电器线圈
不饱和聚酯无溶剂漆	319-2	F	二甲苯树脂，改性间苯二甲酸不饱和聚酯，苯乙烯，过氧化二异丙苯	粘度较低，电气性能较好，贮存稳定，可用于沉浸小型 F 级电机、电器线圈

附录 B-44　薄膜复合材料的型号、规格及用途

名称	型号	规格（毫米）	耐热等级	击穿电压（千伏）	所用薄膜	所用底材	主要用途
聚酯薄膜复合纸板	2920 西 290	0.15、0.20 0.25、0.30	A～E	6.5	聚酯薄膜	绝缘纸板（QB342/63）	供 A、E 级电机作槽衬及线圈的匝间、相间绝缘用
聚酯薄膜复合布箔		0.15、0.17、0.20 0.24、0.25、0.30	A～E	8.0	聚酯薄膜	黄漆布、（或黄漆绸）	
聚酯薄膜复合玻璃漆布箔	2930 西 292 哈 2921 上 2252	0.17 0.20 0.24	B	8.0	聚酯薄膜	2432 醇酸玻璃漆布	供 E、B 级和热带电机作槽衬及线圈层间、相间绝缘用
聚四氟乙烯玻璃漆布箔			C	—	聚四氟乙烯薄膜	经处理的玻璃布	供 C 级电机作槽绝缘、线圈匝间、相间绝缘用
芳香聚酰亚胺粉云母板玻璃箔	云 702-1 云 702-2	0.20 0.25	B～H		芳香聚酰亚胺薄膜	玻璃布 粉云母纸	用于 B～F 级电机作槽绝缘，线圈匝间、相间绝缘

附录 B-45　各种电刷的技术特性及工作条件

电刷类型	牌　号	电阻系数 ($\Omega \cdot mm^2/m$)	一对电刷上的接触电压降(V)	摩擦系数不大于	50h 摩损率不大于 (mm)	工作条件			代号型号
						电流密度 (A/cm^2)	圆周速度 (m/s)	电刷压力 (N/cm^2)	
碳·石墨电刷	T2-2	33～58	1.5～2.5	0.30	0.10	6	10	2.0～2.5	—
	T2S-2	15～30	1.6～2.4	0.25	0.30	8	15	2.0～2.5	—
石墨电刷	S-1	27～46	1.7～2.7	0.30	0.20	7	12	2.0～2.5	—
	S 3	8～20	1.5～2 3	0.25	0.20	11	25	2.0～2.5	—
	S-4	10～30	1.8～2.6	0.25	0.20	12	50	2.0～2.5	T3
电化石墨电刷	DS-22	14～35	2.0～3.2	0.23	0.15	10	45	2.0～2.5	S3
	DS-4	6～16	1.6～2.4	0.20	0.25	12	40	1.5～2.0	S3
	DS-8	31～50	1.9～2.9	0.25	0.15	10	40	2.0～4.0	S3
	DS-13	22～40	2.5～3.5	0.25	0.15	10	40	2.0～4.0	S3
	DS-14	22～36	2.0～3.0	0.25	0.15	10	40	2.0～4.0	DS 4
	DS-51	25～50	2.4～3.8	0.20	0.15	12	60	2.0～4.0	DS-8
	DS 52	10～20	2.0～3.2	0.23	0.15	12	50	2.0～2.5	DS-22
	DS-72	10～16	2.4～3.4	0.25	0.20	12	75	1.5～2.2	DS 4
	DS-74	35～80	3.2～4.4	0.25	0.30	12	50	2.0～4.0	DS-14
	DS-79	20～43	1.6～2.6	0.25	0.25	12	40	2.0～4.0	DS-8

（续）

电刷类型	牌　号	电阻系数 (Ω·mm²/m)	一对电刷上的接触电压降(V)	摩擦系数不大于	50h 摩损率不大于 (mm)	工作条件			代号型号
						电流密度 (A/cm²)	圆周速度 (m/s)	电刷压力 (N/cm²)	
金属石墨电刷	T-1	1～6	1.0～2.0	0.25	0.18	15	25	1.5～2.0	T-6
	T-3	5～2	1.4～2.2	0.25	0.15	12	20	1.5～2.0	T-6
	T 6	1～6	1.0～2.0	0.20	0.30	15	25	1.5～2.0	—
	T-16	2～6	1.0～2.0	0.25	0.15	15	25	1.5～2.2	T-6
	T-20	4～12	1.0～1.8	0.26	0.20	12	20	1.5～2.2	—
	TS	0.03～0.15	0.1～0.3	0.20	0.80	20	20	1.8～2.3	—
	TS-2	0.10～0.35	0.3～0.7	0.20	0.40	20	20	1.8～2.3	—
	TS-4	0.20～1.3	0.6～1.6	0.20	0.30	15	20	2.0～2.5	—
	TS-51	0.04～0.12	0.15～0.35	0.20	0.60	25	20	1.8～2.3	TS TS-2
	TS-64	0.05～0.15	0.1～0.3	0.20	0.70	20	20	1.8～2.3	TS TS-2
	TSQ-5	1～12	<2.0	0.25	0.50	15	35	1.5～2.0	—
	TSQ-15	1～12	<1.6	0.25	0.15	15	35	1.5～2.0	TSQ-5 T-1
	TSQ 17	1～12	<1.9	0.25	0.40	15	35	1.5～2.3	TS-4 TSQ-5
	TSQA	<0.25	<0.4	0.25	0.80	20	20	1.8～2.3	—

附录 B-46　电机轴承最大磨损允许值(见表 1、2)

表 1　滑动轴承间隙

轴的直径(mm)	径向间隙　(mm)		
	转速 1000r/min 以下	1000～1500 r/min	1500r/min 以上
18～30	0.040～0.093	0.060～0.130	0.140～0.280
30～50	0.050～0.112	0.075～0.160	0.170～0.340
50～80	0.065～0.135	0.095～0.195	0.200～0.400
80～120	0.080～0.160	0.120～0.235	0.230～0.460
120～180	0.100～0.195	0.150～0.285	0.260～0.530

表 2　滚动轴承间隙

轴承内径(mm)	径向间隙　(mm)		
	新滚珠轴承	新滚柱轴承	磨损最大许可值
20～30	0.01～0.02	0.03～0.05	0.1
35～50	0.01～0.02	0.05～0.07	0.2
55～80	0.01～0.02	0.06～0.08	0.2
85～120	0.02～0.03	0.08～0.10	0.3
130～150	0.02～0.04	0.10～0.12	0.3

附录 B-47　电动机振动允许值(见表 3、4)

表 3　电动机振动(两倍振幅值)允许值

转速(r/min)	振动值(mm)	转速(r/min)	振动值(mm)
500	0.2	1500	0.090
600	0.16	1500	0.090
750	0.12	2000	0.075
1000	0.10	3000	0.05

表 4　滑动轴承上电机轴伸窜动间隙(轴向移动)

电机容量(kW)	轴向移动量	
	向一侧(mm)	向两侧(mm)
10 以下	0.5	1.0
10～20	0.75	1.5
30～70	1.0	2.0
70～125	1.5	3.0
125 以上	2.0	4.0
轴径直径大于 200mm	轴径直径之 2%	

附录 B-48　滚动轴承润滑油脂的选择

名称	钙基润滑脂				钠基润滑脂		钙钠基润滑脂		复合钙基润滑脂				复合铝基润滑脂	二硫化钼润滑脂
牌号	SYB1401-62				SYB1402 62		SYB1403-59		SYB1407-59				—	HSY-101 HSY-103
序号	1	2	3	4	1	2	1	2	1	2	3	4	—	—
最高工作温度(℃)	70	75	80	85	120	140	110	125	170	180	190	200	200	200
最低工作温度(℃)	不低于－10				不低于－10		不低于－10		不低于－40				—	不低于－40
抗水性	不易溶于水，抗水性较强				易溶于水，亲水性强		抗水性弱		抗水性强				抗水性强	抗水性强
外观	黄色到暗褐色软膏状				深黄色到暗褐色软膏状		黄色到深棕色软膏状		淡黄色到暗褐色，光滑透明油膏状				黄褐色软膏状	灰色或褐色光泽软膏状
适用电机	一般工作温度，有水分或与水分接触的条件下，适用于封闭式电机				较高工作温度，清洁无水分的条件下，适用于开启式电机		较高工作温度，允许有水蒸汽的条件下，适用于开启式及封闭式电机		高温工作条件，有水接触及严重水分的场合，适用于封闭式电机				高温工作条件，有水接触及严重水分的场合，适用于开启式及封闭式电机	高温工作条件及严重水分的场合，特别适用于湿热带电机